



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ : การใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมในการลดขนาดหรือย่อยเศษไม้มะม่วงให้ได้
ขนาดที่เหมาะสมกับการเพาะเลี้ยงเห็ด

**APPROPRIATE TECHNOLOGY TO DECREASE SIZE OF WOOD
PARTICLE FOR MUSHROOM PROCESS**

โดย

นายวิสุทธิ บัวเจริญ

สังกัด สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตภาคพายัพ

31 ตุลาคม 2550

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ การใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมในการลดขนาดหรือย่อยเศษไม้มะม่วงให้ได้ขนาดที่เหมาะสม
กับการเพาะเลี้ยงเห็ด

APPROPRIATE TECHNOLOGY TO DECREASE SIZE OF WOOD PARTICLE
FOR MUSHROOM PROCESS

โดย

นายวิสุทธิ บัวเจริญ

สังกัด สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตภาคพายัพ

ชุดโครงการสนับสนุนผู้ปฏิบัติการวิจัยในภาคอุตสาหกรรม

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกว.ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

บทสรุปย่อผู้บริการ
โครงการพัฒนาเทคโนโลยีเพื่ออุตสาหกรรมท้องถิ่น (ภาคเหนือ)

Technology Development for Local SME (TDLS)

- 1. ชื่อโครงการ (ภาษาไทย)** การใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมในการลดขนาดหรือย่อยเศษไม้
 มะม่วงให้ได้ขนาดที่เหมาะสมกับการเพาะเลี้ยงเห็ด
- (ภาษาอังกฤษ)** APPROPRIATE TECHNOLOGY TO DECREASE SIZE OF
 WOOD PARTICLE FOR MUSHROOM PROCESS

2. ปัญหาที่ทำการวิจัย และความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันกลุ่มเกษตรกรเพาะเลี้ยงเห็ดหมูบ้านแม่ผาแสน ประสบปัญหาเรื่องราคาขี้เลื่อยไม้
 ยางพาราที่นำมาใช้เป็นส่วนประกอบในการทำก้อนเชื้อเห็ด จึงทำให้กลุ่มเกษตรกรหันไปพิจารณา
 เศษไม้มะม่วง ที่มีอยู่เป็นจำนวนมากในหมู่บ้านและหมู่บ้านใกล้เคียงมาทดสอบ ซึ่งผลจากการ
 ทดสอบพบว่า ระยะเวลาในการเก็บดอกเห็ด การเจริญเติบโต และคุณภาพของเห็ดนั้น เหมือนกับ
 ก้อนเชื้อเห็ดที่ทำจากขี้เลื่อยไม้ยางพารา แต่กลุ่มเกษตรกรเพาะเห็ด ยังคงประสบปัญหาในเรื่องของ
 การใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมในการลดขนาดหรือย่อยเศษไม้มะม่วงให้มีขนาดใกล้เคียงกับขนาด
 ของขี้เลื่อยไม้ยางพารา จากปัญหาดังต้นนักวิจัยพิจารณาแล้วเห็นควรที่จะบูรณาการเทคโนโลยีที่
 เหมาะสมเพื่อลดต้นทุนการผลิตก้อนเชื้อเห็ดลง ในขณะเดียวกันเป็นการลดขยะอินทรีย์หรือของเสีย
 จากภาคเกษตรกรรม ซึ่งถือได้ว่าเป็นการนำสิ่งเหลือใช้กลับมาทำให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

3. วัตถุประสงค์

- 3.1 เพื่อศึกษา ออกแบบ และจัดสร้างเครื่องต้นแบบที่จะสามารถย่อยเศษไม้มะม่วงให้มี
 ขนาดที่เหมาะสมกับกระบวนการผลิตก้อนเชื้อเห็ด
- 3.2 ลดต้นทุนในกระบวนการผลิตก้อนเชื้อเห็ดโดยอาศัยเทคโนโลยีและการจัดการ
 ทางด้านวัสดุที่มีอยู่ในท้องถิ่นให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด
- 3.3 เพื่อยกระดับคุณภาพของผลิตผลในอันที่จะพัฒนาไปสู่เชิงพาณิชย์

4. ระเบียบวิจัย

- 4.1 ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเห็ด กระบวนการเพาะเห็ดและวิธีการย่อยเศษไม้
- 4.2 ประมวลข้อมูลและออกแบบเครื่องย่อย

- 4.3 จัดสร้างเครื่องย่อย
- 4.4 ทำการทดสอบและเก็บข้อมูล
- 4.5 ปรับปรุงข้อบกพร่อง
- 4.6 ทำการทดสอบ เก็บข้อมูลและปรับปรุงข้อบกพร่องเพิ่มเติม
- 4.7 ทดสอบการทำก้อนเชื้อจากเศษไม้มะม่วงที่ได้จากเศษไม้มะม่วงได้จากเครื่องย่อย
เปรียบเทียบกับเศษไม้เลื่อยไม้ยางพารา
- 4.8 สรุปผลการวิจัย
- 4.9 ถ่ายทอดผลการวิจัยสู่ชุมชน

5. สิ่งคาดว่าจะได้รับ

- 5.1 เครื่องย่อยเศษไม้มะม่วงจากอุตสาหกรรมไม้แกะสลักให้มีขนาดที่เหมาะสมกับการ
ทำก้อนเชื้อเห็ด
- 5.2 กลุ่มเกษตรกรผู้เพาะเห็ดสามารถลดต้นทุนในการผลิตเห็ดทางด้านวัสดุทำก้อนเชื้อ
เห็ด
- 5.3 สร้างการรวมกลุ่มของชุมชนอย่างเข้มแข็ง และมีการส่งเสริมอาชีพ อันจะส่งผลให้
เกิดความยั่งยืนในการทำธุรกิจของชุมชน

6. สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของโครงการพัฒนาเทคโนโลยี สำหรับอุตสาหกรรมท้องถิ่นอย่างไร

เป็นการนำเทคโนโลยีสู่ชุมชน โดยการนำเครื่องจักรกลมาประยุกต์ใช้ เพื่อให้เกิด
เทคโนโลยีที่เหมาะสมในการลดหรือย่อยเศษไม้มะม่วงให้ได้ขนาดที่เหมาะสมกับการเพาะเลี้ยงเห็ด
และสามารถใช้ ไม้เลื่อยไม้มะม่วงทดแทนการใช้ไม้เลื่อยไม้ยางพารา เป็นการลดต้นทุนในการผลิต
ก้อนเชื้อเห็ด

โครงการ : เครื่องย่อยเศษไม้มะม่วง

สังกัด : วิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

หัวหน้าโครงการ : นาย วิสุทธิ์ บัวเจริญ

พ.ศ. 2550

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้ เป็นการออกแบบและสร้างเครื่องย่อยเศษไม้มะม่วง โดยตอบสนองความต้องการของเกษตรกรที่เพาะปลูกเห็ด กลุ่มหมู่บ้านผาเหวน อ.สันกำแพง ที่ต้องการเศษไม้มะม่วงหลังการย่อยจนละเอียดเพื่อนำไปเพาะปลูกเห็ด เพื่อลดต้นทุนในการสั่งซื้อวัตถุดิบจากที่อื่น ซึ่งในปัจจุบันทางกลุ่มได้เศษไม้มะม่วงมาโดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายใดๆ แต่เนื่องจาก มีขนาดใหญ่จึงไม่สามารถนำมาใช้ได้ในพื้นที่ ทางกลุ่มจึงต้องการที่จะนำเศษไม้มะม่วงในส่วนนั้นนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ เพื่อลดต้นทุนในการสั่งซื้อวัตถุดิบชนิดนี้

การสร้างเครื่องย่อยเศษไม้ สามารถที่จะย่อยเศษไม้มะม่วงจากขนาดประมาณ 5-20 มิลลิเมตร ให้เหลือขนาดโดยเฉลี่ยเท่ากับ 2.01 มิลลิเมตร มีอัตราการย่อยโดยเฉลี่ยเท่ากับ 13.10 กิโลกรัม ต่อชั่วโมง หรือประมาณ 104.80 กิโลกรัมต่อวัน ทั้งยังสามารถลดต้นทุนการผลิตจากปกติ 18,000 บาท ต่อเดือน เหลือเพียง 5,083 บาทต่อเดือน

สรุปได้ว่าการสร้างเครื่องย่อยเศษไม้มะม่วงสามารถช่วยเกษตรกรที่เพาะปลูกเห็ด กลุ่มหมู่บ้านแม่ผาเหวน อ.สันกำแพง ลดต้นทุนการผลิตลงได้ และยังสามารถนำวัตถุดิบที่เหลือใช้นั้นให้เกิดประโยชน์ ทั้งยังเป็นการส่งเสริมผลผลิตทางการเกษตรให้มีคุณภาพ และปริมาณผลผลิตที่สูงขึ้น

.....หัวหน้าโครงการ

(นาย วิสุทธิ์ บัวเจริญ)

Project Title : Digest scraps of mango wood

Department : Industrial Engineering

Head project : Mr. Wisut Wuachareon

Year 2007

Abstract

This Project is about designing and building a Decompose a pieces of scrap mango wood machine for Phahan Sankamphang Chiangmai's mushroom agriculturist. Principle of this project is decrease production cost and all expense to make more profit by modify the scrap mango wood in their own instant of import the material from another place. Due to the scrap mango wood is so large and inconvenience to use , their will prepare by decompose it before using.

This machine can decompose the pieces of wood that 5-20 mm. to be 2.01 mm. and it can decompose the piece of wood around 13.10 hgs. Per hour or around 104.80 kgs. Per day . This mean their can reduce actual cost from 18,000 baht per month to be 5,083 baht per month.

This machine is very usefulness for the mushroom agricultural by decrease production cost and reduces lead time for their process. Also, they can make more profit by use the scrap wood and it belong to the good environment.

.....Head of project

(Mr. Wisut Wuachareon)

แบบสรุปโครงการวิจัยฝ่ายอุตสาหกรรม (ฝ่าย 5)

สัญญาเลขที่ RDG4950054
ชื่อโครงการ การใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมในการลดขนาดหรือย่อยเศษไม้มะม่วงให้ได้ขนาดที่เหมาะสมกับการเพาะเลี้ยงเห็ด
หัวหน้าโครงการ นายวิสูตร บัวเจริญ
หน่วยงาน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตภาคพายัพ
โทรศัพท์ 081 594 2493, 053 266 516 **โทรสาร** 053 266 517
E-mail address arjantoo@hotmail.com

ความสำคัญและที่มาของโครงการ

เนื่องจากปัจจุบันได้มีการเพาะเห็ดอย่างแพร่หลายในกลุ่มหมู่บ้านต่างๆ ในหลายๆ ภูมิภาคของประเทศไทย เพราะผลผลิตที่ได้สามารถสร้างรายได้ให้กับกลุ่มเพาะเห็ดได้เป็นอย่างดี แต่ปัญหาที่พบนั้นส่วนใหญ่จะเป็นเรื่องของวัตถุดิบที่ใช้ในการเพาะปลูก คือเศษไม้ที่ต้องใช้เศษไม้เลื่อยของไม้เนื้ออ่อนเช่น ไม้ยางพารา ไม้มะม่วง ไม้ฉำฉา เป็นต้น เนื่องจากภายในพื้นที่ของ หมู่บ้านผาเหื่อนั้น ภายในหมู่บ้านไม่มีอุตสาหกรรมทางด้านการทำไม้ที่ทำให้ได้เศษไม้เลื่อยได้หรือที่ได้ก็จะเป็นเศษไม้จากการแกะสลักที่เป็นอุตสาหกรรมหลักอย่างหนึ่งภายในพื้นที่ หรือ พื้นที่ใกล้เคียง แต่เศษที่ได้นั้นจะมีขนาดใหญ่ไม่สามารถนำมาทำการเพาะปลูกได้ ทำให้ต้องสั่งซื้อไม้จากต่างจังหวัด เป็นเศษไม้เลื่อยของไม้ยางพาราซึ่งมีราคาแพงยิ่งราคากาการขนส่งที่สูงขึ้นทำให้ต้นทุนในการผลิตสูงขึ้นตามไปด้วยทำให้ต้องขึ้นราคาเห็ดแต่การขึ้นราคาขายเห็ดทำให้ไม่สามารถที่จะแข่งขันกับตลาดที่เขามีต้นทุนต่ำกว่าและขายในราคาที่ถูกลงได้ดังนั้นการจะแก้ปัญหาในจุดนี้ได้ดีที่สุดคือการลดต้นทุนในการผลิตให้ต่ำลง

ปัจจุบันกลุ่มเกษตรกรเพาะเลี้ยงเห็ดหมู่บ้านแม่ผาเหื่อน อ.สันกำแพงประสบปัญหาเรื่องราคาซื้อไม้ยางพาราที่นำมาใช้เป็นส่วนประกอบในการทำก้อนเชื้อเห็ด ได้ใช้ไม้ยางที่สั่งซื้อมาจากทางภาคใต้ ราคาต่อ 1 คันรถสิบล้อ ราคา 18,000 บาท ซึ่งต้นทุนการผลิตค่อนข้างสูง จึงทำให้กลุ่มเกษตรกรหันไปพิจารณาเศษไม้มะม่วง ที่มีอยู่เป็นจำนวนมากในหมู่บ้าน และหมู่บ้านใกล้เคียงมาทดสอบ ซึ่งผลการทดสอบพบว่า ระยะเวลาในการเก็บดอกเห็ด การเจริญเติบโต และคุณภาพของเห็ดนั้นเหมือนกับก้อนเชื้อเห็ดที่ทำจากซื้อไม้ยางพารา แต่กลุ่มเกษตรกรเพาะเห็ด ยังประสบปัญหาในเรื่องของการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมในการลดขนาดหรือย่อยเศษไม้มะม่วงให้มีขนาดใกล้เคียงกับขนาดของซื้อไม้ยางพารา

จากปัญหาข้างต้นนักวิจัยพิจารณาแล้วเห็นควรที่จะบูรณาการเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อลดต้นทุนการผลิตก้อนเชื้อเห็ดลง ในขณะที่เดียวกันเป็นการลดขยะอินทรีย์หรือของเสียจากภาคเกษตรกรรม ซึ่งถือได้ว่าเป็นการนำสิ่งเหลือใช้กลับมาทำให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อศึกษา ออกแบบ และจัดสร้างเครื่องต้นแบบที่จะสามารถย่อยเศษไม้มะม่วงให้มีขนาดที่เหมาะสมกับกระบวนการผลิตก้อนเชื้อเห็ด
2. เพื่อลดต้นทุนในกระบวนการผลิตก้อนเชื้อเห็ดโดยอาศัยเทคโนโลยีและการจัดการทางด้านวัสดุที่มีอยู่ในท้องถิ่นให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด
3. เพื่อยกระดับคุณภาพของผลิตผลในอันที่จะพัฒนาไปสู่เชิงพาณิชย์

ผลที่ได้รับ	บรรลุวัตถุประสงค์ข้อที่.....	โดยทำให้
1. ได้เครื่องย่อยเศษไม้มะม่วง ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการลดขนาดหรือย่อยเศษไม้มะม่วงให้ได้ขนาดที่เหมาะสมกับการเพาะเลี้ยงเห็ด	1	“กลุ่มเกษตรกรเพาะเลี้ยงเห็ดหมู่บ้านแม่ผาแพน” ได้เครื่องย่อยเศษไม้มะม่วงที่มีขนาดที่เหมาะสมกับกระบวนการผลิตก้อนเชื้อเห็ด
2. ลดต้นทุนการผลิตก้อนเชื้อเห็ด	2	ใช้เชื้อเห็ดย่อยไม้มะม่วงที่มีอยู่ในชุมชนแทนเชื้อเห็ดไม้ยางพารา
3. ถ่ายทอดเทคโนโลยีไปสู่ชุมชน	3	กลุ่มเกษตรกรสามารถนำเทคโนโลยีไปงานในกลุ่มยกระดับคุณภาพของผลิตผล

การนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

เครื่องย่อยเศษไม้มะม่วง เป็นเรื่องจรรกถที่ได้จากโครงการการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมในการลดขนาดหรือย่อยเศษไม้มะม่วงให้ได้ขนาดที่เหมาะสมกับการเพาะเลี้ยงเห็ด ได้นำไปใช้ประโยชน์ให้กับ “กลุ่มเกษตรกรเพาะเลี้ยงเห็ดหมู่บ้านแม่ผาแพน” อ.สันกำแพง จ.เชียงใหม่ จากการนำผลงานการวิจัยไปใช้ประโยชน์ในการย่อยเศษไม้มะม่วง ทำให้กลุ่มเกษตรกรนำเชื้อเห็ดไม้มะม่วงที่ได้ไปแทนเชื้อเห็ดไม้ยางพารา ในกระบวนการผลิตก้อนเชื้อเห็ด ซึ่งผลิตผลที่ได้มีคุณภาพเหมือนกัน ทำให้กลุ่มเกษตรกรลดรายจ่ายในการซื้อเชื้อเห็ดไม้ยางพารา และยังลดปริมาณขยะเศษไม้มะม่วงจากการแกะสลักที่เกิดขึ้นในชุมชน

การประชาสัมพันธ์

1. นำเครื่องย่อยเศษไม้มะม่วงมอบให้กับ “กลุ่มเกษตรกรเพาะเลี้ยงเห็ดหมูบ้านแม่ผาเหนือ” ซึ่งตั้งอยู่ในเขตอำเภอสันกำแพง จ.เชียงใหม่ และถ่ายทอดเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการลดขนาดหรือย่อยเศษไม้มะม่วงให้ได้ขนาดที่เหมาะสมกับการเพาะเลี้ยงเห็ด

ตารางเปรียบเทียบกิจกรรมที่วางแผนไว้ ผลที่คาดว่าจะได้รับ และผลการดำเนินการตลอดโครงการ

กิจกรรม (ตามแผน)	ผลที่คาดว่าจะได้รับ (ตามแผน)	ผลการดำเนินงาน	หมายเหตุ
1. ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเห็ด กระบวนการเพาะเห็ด และวิธีการย่อยเศษไม้	ข้อมูลและกระบวนการเพาะเห็ด	ได้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเห็ด กระบวนการเพาะเห็ดและวิธีการย่อยเศษไม้	-
2. ประมวลข้อมูลและออกแบบเครื่องย่อย	แบบเครื่องย่อยไม้มะม่วง	ได้แบบเครื่องย่อยไม้มะม่วง	-
3. จัดสร้างเครื่องย่อย	ต้นแบบเครื่องย่อยเศษ ไม้ มะม่วง	ต้นแบบเครื่องย่อยเศษ ไม้มะม่วง	-
4. ทำการทดสอบและเก็บข้อมูล	ผลการทดสอบและเก็บข้อมูล	ผลการทดสอบและเก็บข้อมูล	-
5. ปรับปรุงข้อบกพร่อง	ข้อมูล ประสิทธิภาพเครื่องย่อย และข้อบกพร่องของการทำงานเบื้องต้น	ข้อมูล ประสิทธิภาพเครื่องย่อย และข้อบกพร่องของการทำงานเบื้องต้น	-
6. ทำการทดสอบ เก็บข้อมูล และปรับปรุงข้อบกพร่องเพิ่มเติม	เครื่องย่อยหลังปรับปรุง	สามารถย่อยเศษไม้มะม่วงได้เฉลี่ย 13.07 กิโลกรัม ต่อ 1 ชั่วโมงและเศษไม้มะม่วงที่ได้จากการย่อยจะมีขนาดประมาณ 0.5-3 มิลลิเมตร	-
7. ทดสอบการทำก้อนเชื้อจากเศษมะม่วงที่ได้จากเครื่องย่อยเปรียบเทียบกับเศษขี้เลื่อยไม้ยางพารา	ผลการทดสอบในพื้นที่ ข้อมูลเปรียบเทียบก้อนเชื้อเห็ดที่เศษไม้มะม่วงกับเศษขี้เลื่อยไม้ยางพารา	ระยะเวลาในการเก็บดอกเห็ด การเจริญเติบโต และคุณภาพของเห็ดนั้นเหมือนกับก้อนเชื้อเห็ดที่ทำจากขี้เลื่อยไม้ยางพารา	-

**ตารางเปรียบเทียบกิจกรรมที่วางแผนไว้ ผลที่คาดว่าจะได้รับ และผลการดำเนินการตลอดโครงการ
(ต่อ)**

กิจกรรม (ตามแผน)	ผลที่คาดว่าจะได้รับ (ตามแผน)	ผลการดำเนินงาน	หมายเหตุ
8. ถ่ายทอดผลการวิจัยสู่ชุมชน	แบบเครื่องจักรและคู่มือการใช้งาน ผลการถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชน	ได้แบบเครื่องจักรและคู่มือการใช้งาน กลุ่มเกษตรกรสามารถนำเครื่องย่อยเศษไม้มะม่วงไปใช้งาน ได้ดี เลื่อยไม้มะม่วงใช้ในกระบวนการผลิตก้อนเชื้อเห็ดแทนเชื้อเลื่อยไม้ยางพารา	-
9. สรุปผลและวิจารณ์ข้อมูลที่ได้	สามารถใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมในการลดขนาดหรือย่อยเศษไม้มะม่วงให้ได้ขนาดที่เหมาะสมกับการเพาะเลี้ยงเห็ด	สามารถใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมในการลดขนาดหรือย่อยเศษไม้มะม่วงให้ได้ขนาดที่เหมาะสมกับการเพาะเลี้ยงเห็ด	-
10. จัดทำรายงาน	ได้รูปเล่มรายงาน	ได้รูปเล่มรายงาน	-
11. นำเสนอผลงาน	ได้เสนอผลงาน	ได้เสนอผลงาน	-

กิตติกรรมประกาศ

โครงการการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมในการลดขนาดหรือย่อยเศษไม้มะม่วงให้ได้ขนาดที่เหมาะสม กับการเพาะเลี้ยงเห็ด เป็นโครงการที่ทาง คณะผู้จัดทำได้ทำการสร้างขึ้นโดยทุ่มเททั้งแรงกายและแรงใจ จนกระทั่งประสบผลสำเร็จ และลุล่วงไปด้วยดี ทั้งนี้เพราะได้รับคำแนะนำที่ดี คำปรึกษาที่ดี และความช่วยเหลือด้านต่าง ๆ ที่ดี จากบุคลากรหลายฝ่ายจึงทำให้งานสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี จึงใคร่ขอขอบคุณมา ณ ที่นี้เป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ที่ได้ให้โอกาสข้าพเจ้าได้จัดทำโครงการนี้ และยังได้บ่มเพาะ เพิ่มพูนวิทยาการความรู้ใหม่ ๆ ให้กับข้าพเจ้าและคณะผู้จัดทำ

ขอขอบพระคุณ กลุ่มเกษตรกรเพาะเลี้ยงเห็ดหมู่บ้านแม่ผาแพน อ.สันกำแพง จ.เชียงใหม่ ที่ให้ทางคณะผู้จัดทำนำเอาปัญหาของทางกลุ่มมาเป็นกรณีศึกษาจัดทำโครงการนี้ขึ้นมา

ขอขอบพระคุณคณะอาจารย์ คณะวิชาเทคโนโลยีการผลิตทุกท่าน ที่ได้ให้สละเวลาให้คำแนะนำ ปรึกษา รวมไปถึงให้คำแนะนำช่วยให้โครงการนี้ สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณคณะกรรมการ คลินิกเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เขตพื้นที่ภาคพายัพ ทุกท่าน ที่อำนวยความสะดวกด้านสถานที่ และสาธารณูปโภคต่าง ๆ

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัว ที่เป็นคอยเป็นกำลังใจให้ตลอดมา

นอกจากนี้ยังมีบุคคลที่เกี่ยวข้องอีกหลายท่านซึ่งไม่อาจกล่าวนามของท่านในที่นี้ได้ทั้งหมด ทางคณะผู้จัดทำโครงการขอขอบคุณท่านทั้งหลายไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

วิสุทธิ บัวเจริญ

หัวหน้าโครงการ

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทสรุปผู้บริหาร	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ง
แบบสรุปโครงการวิจัยฝ่ายอุตสาหกรรม	จ
ตารางเปรียบเทียบกิจกรรมที่วางแผนไว้ และกิจกรรมที่ดำเนินมา - และผลที่ได้รับตลอดโครงการ	ช
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญ	ญ
สารบัญตาราง	ฎ
สารบัญกราฟ	ฏ
สารบัญรูปภาพ	ฑ
บทที่ 1 บทนำ	
1. เหตุผลและความสำคัญที่มาของโครงการ	1
2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	1
3. วัตถุประสงค์ของการศึกษา	3
4. ขอบเขตของโครงการ	3
5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎีในการออกแบบ	
1. หลักการในการออกแบบเครื่อง	6
2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	8
2.1 การออกแบบมอเตอร์	8
2.2 การออกแบบเพลา	12
2.3 การออกแบบสายพานลิ่ม	14
2.4 การออกแบบชนิดลูกปืน	22
2.5 การออกแบบลิ่มสี่เหลี่ยม	26
2.6 เครื่องเชื่อมไฟฟ้า	27

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการ	
1. ศึกษาหาข้อมูล	31
2. การออกแบบขั้นต้น	31
3. การคำนวณหาค่าตามแบบ	32
4. แบบของเครื่องย่อยเศษไม้มะม่วง	32
5. ขั้นตอนการสร้างเครื่องย่อยเศษไม้มะม่วง	33
6. การทดสอบเครื่องย่อย	50
7. การสรุปผลการทดลอง	50
บทที่ 4 การทดสอบและวิเคราะห์ผลการทดสอบ	
1. วัตถุประสงค์ของการทดสอบ	51
2. ขั้นตอนในการทดสอบ	51
3. วัสดุ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ	51
4. ข้อมูลและผลการทดลอง	52
5. การวิเคราะห์ผลการทดลอง	54
บทที่ 5 สรุปผลการทดสอบ และข้อเสนอแนะ	
1. สรุปผลการทดสอบเครื่องย่อยเศษไม้มะม่วง	57
2. ปัญหาที่พบในการดำเนินงาน	57
3. ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง	58
4. ข้อเสนอแนะและข้อควรระวังในการใช้งาน	58
บทความสำหรับเผยแพร่	
บรรณานุกรม	
ภาคผนวก ก ตารางประกอบการคำนวณและคำอธิบายสัญลักษณ์ที่ใช้	
ภาคผนวก ข แบบเครื่องย่อยเศษไม้มะม่วง	
ภาคผนวก ค คู่มือการใช้งาน	
ภาคผนวก ง ประวัติผู้จัดทำ	

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 แผนการดำเนินโครงการ	5
2.1 ขนาดระบุของเพลตามาตรฐาน ISO / R 775 – 1969	12
2.2 แสดงขนาดของสายพาน	16
2.3 แสดงขนาดความยาวเส้นรอบวงภายในของสายพานวี ชนิดต่าง ๆ	16
2.4 แสดงค่าปริมาณที่บวกเพิ่ม	17
2.5 แสดงระดับกำลังม้าสายพานวีมาตรฐาน	19
2.6 แสดงค่าตัวประกอบ K_2	21
2.7 แสดงค่าประกอบ K_s	21
2.8 แนวทางในการเลือกอายุใช้งานสำหรับเครื่องจักรกลชนิดต่าง ๆ	25
4.1 แสดงผลการทดลอง	52
4.2 อัตราผลผลิต	53
4.3 เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายระหว่างการรับซื้อจี้เลื่อยไม้ยางพารา กับ เศษไม้มะม่วง	56

สารบัญกราฟ

กราฟที่	หน้า
2.1 แสดงค่าตัวประกอบ	18
4.1 แสดงผลการทดลองย่อยเศษไม้มะม่วง	53

สารบัญรูปภาพ

รูปภาพที่	หน้า
2.1 มอเตอร์คาปาซิเตอร์	8
2.2 การต่อมอเตอร์คาปาซิเตอร์สตาร์ท	9
2.3 การต่อกลับทางหมุนมอเตอร์	9
2.4 เวกเตอร์ไดอะแกรมของมอเตอร์คาปาซิเตอร์สตาร์ท	10
2.5 การต่อขดลวดของมอเตอร์คาปาซิเตอร์สตาร์ทคาปาซิเตอร์รัน	10
2.6 มอเตอร์คาปาซิเตอร์สตาร์ทคาปาซิเตอร์รัน	11
2.7 เครื่องยนต์เบนซินแบบระบายความร้อนด้วยอากาศ	11
2.8 แสดงมุมสัมผัสสายพานแบบเปิด	15
2.9 ส่วนประกอบขึ้นพื้นฐานของเบริง อันได้แก่วงแหวนนอก, วงแหวนใน, ลูกปืน และกรงยึดลูกปืน	22
2.10 ลักษณะของ Single row deep groove ball bearing ซึ่งใช้รับแรงในแนวรัศมีเป็นส่วนมาก แต่สามารถรับแรงในแนวแกนได้	22
2.11 เป็นบอลล์เบริงที่ใช้รับแรงในแนวนานกับแกนเพลเป็นหลักแต่ก็พอจะรับแรงในแนวรัศมีได้บ้าง	23
2.12 เป็นบอลล์เบริงที่ใช้รับแรงในแนวนานกับแกนเพลแบบโมดิฟายด์ซึ่งติดตั้งแบบ ดับแพล็ก ทำให้สามารถรับแรงทั้งในแนวแกนและในแนวรัศมีพอ ๆ กัน	24
2.13 ลิ้มสีเหล็ยผืนผ้า และลิ้มสีเหล็ยมจัตุรัส	26
3.1 แสดงขั้นตอนการปฏิบัติงาน	30
3.2 ภาพการออกแบบขั้นต้น	32
3.3 แสดงส่วนประกอบโดยรวมในการสร้างเครื่องย่อยเศษไม้	33
3.4 แบบโครงเครื่อง	33

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

รูปภาพที่	หน้า
3.5 โครงเครื่องที่เสร็จสมบูรณ์	34
3.6 แบบของถังป็นเศษไม้มะม่วง	35
3.7 ถังป็นเศษไม้มะม่วงที่เสร็จสมบูรณ์	36
3.8 แบบของฝาปิดเครื่อง	36
3.9 แบบของฝาเปิดเครื่อง	37
3.10 ฝาปิด และ ฝาเปิดที่เสร็จสมบูรณ์	38
3.11 แบบเพลาลัก	38
3.12 เพลาลักที่เสร็จสมบูรณ์	39
3.13 แบบเพลายึดชุดใบมีด	39
3.14 แบบเพลายึดชุดใบมีดที่สร้างเสร็จสมบูรณ์	40
3.15 แบบใบมีดตัด	40
3.16 ใบมีดตัดที่เสร็จสมบูรณ์	41
3.17 แบบชุดยึดใบมีดบน	42
3.18 แบบชุดยึดใบมีดล่าง	42
3.19 ชุดยึดใบมีดบนและล่างที่สร้างเสร็จ	43
3.20 แบบช่องป้อนเศษไม้มะม่วง	43
3.21 ช่องป้อนเศษไม้มะม่วงที่สร้างเสร็จ	44
3.22 แบบจานกรองเศษไม้	44
3.23 จานกรองเศษไม้ที่สร้างเสร็จ	45
3.24 แบบฝาครอบชุดสายพาน	46
3.25 ฝาครอบชุดสายพานที่สร้างเสร็จ	47
3.26 แบบฐานยึดมอเตอร์	47
3.27 ฐานยึดมอเตอร์ที่สร้างเสร็จ	48
3.28 แบบแผ่นยึดพูลเลย์	48
3.29 แผ่นยึดพูลเลย์ที่สร้างเสร็จ	49
4.1 ภาพเปรียบเทียบเศษไม้มะม่วงกับไม้ยางพารา	54

บทที่ 1

บทนำ

1.1 เหตุผลและความสำคัญที่มาของโครงการ

เนื่องจากปัจจุบันได้มีการเพาะเห็ดอย่างแพร่หลายในกลุ่มหมู่บ้านต่างๆ ในหลายๆ ภูมิภาคของประเทศไทย เพราะผลผลิตที่ได้สามารถสร้างรายได้ให้กับกลุ่มเพาะเห็ดได้เป็นอย่างดี แต่ปัญหาที่พบนั้นส่วนใหญ่จะเป็นเรื่องของวัตถุดิบที่ใช้ในการเพาะปลูก คือเศษไม้ที่ต้องใช้เศษขี้เลื่อยของไม้เนื้ออ่อนเช่น ไม้ยางพารา ไม้มะม่วง ไม้ฉำฉา เป็นต้น เนื่องจากภายในพื้นที่ของ หมู่บ้านผาเหื่อนั้น ภายในหมู่บ้านไม่มีอุตสาหกรรมทางด้านการทำไม้ที่ทำให้ได้เศษขี้เลื่อยได้หรือที่ได้ก็จะเป็นเศษไม้จากการแกะสลักที่เป็นอุตสาหกรรมหลักอย่างหนึ่งภายในพื้นที่ หรือ พื้นที่ใกล้เคียง แต่เศษที่ได้นั้นจะมีขนาดใหญ่ไม่สามารถนำมาทำการเพาะปลูกได้ ทำให้ต้องสั่งซื้อไม้จากต่างจังหวัด เป็นเศษขี้เลื่อยของไม้ยางพาราซึ่งมีราคาแพงยิ่งราคากาการขนส่งที่สูงขึ้นทำให้ต้นทุนในการผลิตสูงขึ้นตามไปด้วยทำให้ต้องขึ้นราคาเห็ดแต่การขึ้นราคาขายเห็ดทำให้ไม่สามารถที่จะแข่งขันกับตลาดที่เขามีต้นทุนต่ำกว่าและขายในราคาที่ถูกลงได้ดังนั้นการจะแก้ปัญหาในจุดนี้ได้ดีที่สุดคือการลดต้นทุนในการผลิตให้ต่ำลง

ปัจจุบันกลุ่มเกษตรกรเพาะเห็ดเลี้ยงเห็ดหมู่บ้านแม่ผาเหื่อน อ.สันกำแพงประสบปัญหาเรื่องราคาขี้เลื่อยไม้ยางพาราที่นำมาใช้เป็นส่วนประกอบในการทำก้อนเชื้อเห็ด ได้ใช้ไม้ยางที่สั่งซื้อมาจากทางภาคใต้ ราคาต่อ 1 คันรถสิบล้อ ราคา 18,000 บาท ซึ่งต้นทุนการผลิตค่อนข้างสูง จึงทำให้กลุ่มเกษตรกรหันไปพิจารณาเศษไม้มะม่วง ที่มีอยู่เป็นจำนวนมากในหมู่บ้าน และหมู่บ้านใกล้เคียงมาทดสอบ ซึ่งผลการทดสอบพบว่า ระยะเวลาในการเก็บดอกเห็ด การเจริญเติบโต และคุณภาพของเห็ดนั้นเหมือนกับก้อนเชื้อเห็ดที่ทำจากขี้เลื่อยไม้ยางพารา แต่กลุ่มเกษตรกรเพาะเห็ด ยังประสบปัญหาในเรื่องของการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมในการลดขนาดหรือย่อยเศษไม้มะม่วงให้มีขนาดใกล้เคียงกับขนาดของขี้เลื่อยไม้ยางพารา จากปัญหาข้างต้นนักวิจัยพิจารณาแล้วเห็นควรที่จะบูรณาการเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อลดต้นทุนการผลิตก้อนเชื้อเห็ดลง ในขณะเดียวกันเป็นการลดขยะอินทรีย์หรือของเสียจากภาคเกษตรกรรม ซึ่งถือได้ว่าเป็นการนำสิ่งเหลือใช้กลับมาทำให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

1.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

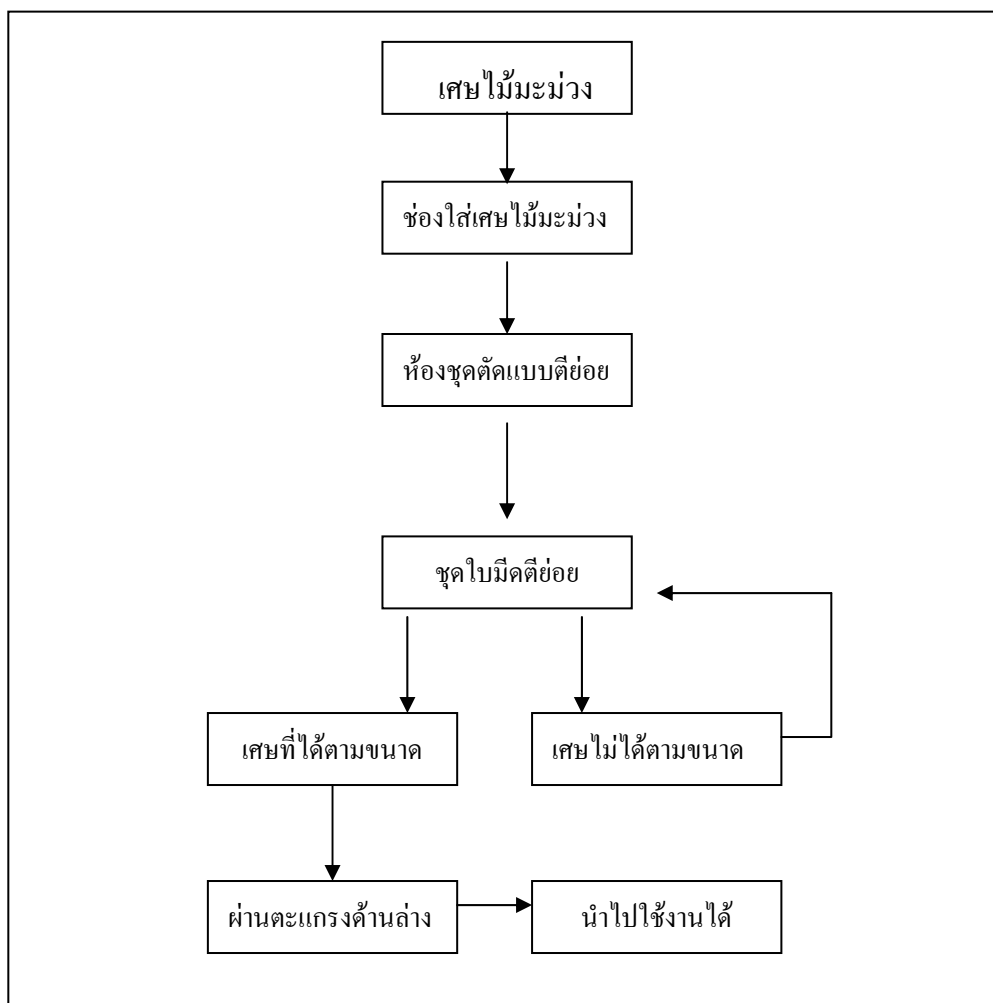
(จารุวัฒน์ ๓๘) ได้ศึกษา และทำการสร้างเครื่องหั่นย่อยซากพืช โดยให้ซากพืชเป็นวัสดุในการหั่น ซึ่งออกแบบเครื่องให้มีขนาดกว้าง 390 มิลลิเมตร ยาว 1,200 มิลลิเมตร และสูง 1,360 มิลลิเมตร ดันกำลังใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 5 แรงม้า เป็นต้นกำลัง ขนาดของ เครื่องมีความสามารถหั่นต้นพืชล้มลุก เช่น หญ้า ต้นอ้อย ต้นข้าวโพด ผักตบชวาตากแห้ง 1 วัน โดยความเร็วรอบใบตัด 1,000 รอบต่อนาที ขนาดความยาวใบตัดยาว 26 มิลลิเมตร เครื่องนี้มีชุดป้อนซึ่งสามารถปรับความเร็วของการป้อนได้ ทำให้สามารถปรับขนาดความยาวของการตัดได้ตามความต้องการ โดยปรับได้สั้นสุดถึง 10 มิลลิเมตร ซึ่งเครื่องแบบนี้เหมาะสำหรับหั่นซากพืชที่ใช้เลี้ยงสัตว์

(สมชาย ๔๐) ทำการศึกษา และออกแบบสร้างเครื่องย่อยเศษวัสดุ ดันกำลังใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 3 แรงม้า 220 โวลท์หรือใช้เครื่องยนต์ขนาด 5.5 แรงม้า ส่งกำลังด้วยสายพานทดกำลังด้วยล้อช่วยแรงผ่านพูลเลย์ไปหมุนแกนยึดใบมีดตัดที่ทำมาจากเหล็กเหน็บ ที่ความเร็ว 1,000 รอบต่อนาที เพื่อทำการตัดวัสดุกับมีดที่อยู่กับที่จนเศษวัสดุถูกย่อยตกลงมาบนตะแกรงขนาด 1-2 นิ้ว

(ณัฐพล ๔๔) ออกแบบ และพัฒนาเครื่องหั่นย่อยซากพืช โดยใช้ดันกำลังจากมอเตอร์ 3 เฟส ขนาด 5.6 กิโลวัตต์ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของชุดมีดย่อย 450 มิลลิเมตร ที่ความเร็วรอบ 1,000 รอบต่อนาที สามารถหั่นย่อยได้ทั้งกิ่งไม้ขนาดเล็ก และใบไม้ทั้งสด และแห้งให้มีขนาดหลังการหั่นย่อย 5-9 มิลลิเมตร

1.2.1 หลักการทำงานของเครื่องย่อยเศษไม้มะม่วง

เครื่องย่อยเศษไม้มะม่วงประกอบด้วยชุดใบมีดสองชุด ซึ่งแยกออกมาจากแกนกลางโดยมีเพลหลัก หนึ่งชุด และสำรอง สองชุด โดยมีขาต่อออกมาจากเพลหลักเพื่อเพิ่มรัศมีในการตัดเฉือนให้มีรัศมีที่กว้างขึ้น เพื่อเพิ่มใบมีดตัดให้ครอบคลุมบริเวณตัดเฉือน และเพิ่มความแข็งแรงของใบมีด หลักการทำงานของเครื่องย่อยเศษไม้มะม่วงคือ เมื่อป้อนเศษเข้าไปในช่องป้อนเศษเข้าไปแล้ว ใบมีดทั้งสองจะทำการตัดเฉือนทันทีที่เครื่องทำงาน เศษที่ป้อนเข้าไปจะมีลักษณะเป็นชิ้นเล็กบ้างชิ้นใหญ่บ้าง ดังนั้นการออกแบบใบมีดจึงต้องมีความหนาด้วยเพื่อช่วยในการตีเศษให้แตกละเอียด เมื่อเศษที่ถูก ตี และตัดเฉือนแล้ว จะมีขนาดเล็กประมาณ 0.5-3 มม. จะผ่านช่องตะแกรงออกมา ส่วน เศษที่มีขนาดใหญ่กว่า 3 มม. จะถูกตัดเฉือนไปเรื่อยๆ จนมีขนาดเล็กจนสามารถลอดออกจากตะแกรงได้ ดังนั้นเราจึงสามารถที่จะทำการป้อนเศษได้อย่างต่อเนื่องไปเรื่อยๆ จนกว่าจะได้ปริมาณที่ต้องการแสดงหลักการทำงานในแต่ละขั้นตอนใน รูปภาพ 1.1 แสดงหลักการทำงานของเครื่องย่อยเศษไม้มะม่วง



รูปภาพที่ 1.1 แสดงหลักการทำงานของเครื่องย่อยเศษไม้

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.3.1 เพื่อศึกษา ออกแบบ และจัดสร้างเครื่องต้นแบบที่จะสามารถย่อยเศษไม้มะม่วงให้มีขนาดที่เหมาะสมกับกระบวนการผลิตก้อนเชื้อเห็ด

1.3.2 เพื่อลดต้นทุนในกระบวนการผลิตก้อนเชื้อเห็ดโดยอาศัยเทคโนโลยีและการจัดการทางด้านวัสดุที่มีอยู่ในท้องถิ่นให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

1.3.3 เพื่อยกระดับคุณภาพของผลิตผลในอันที่จะพัฒนาไปสู่เชิงพาณิชย์

1.4 แนวทางการดำเนินโครงการ

- 1.4.1 ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเห็ด กระบวนการเพาะเห็ดและวิธีการย่อยเศษไม้
- 1.4.2 ประมวลข้อมูลและออกแบบเครื่องย่อย
- 1.4.3 จัดสร้างเครื่องย่อย
- 1.4.4 ทำการทดสอบและเก็บข้อมูล
- 1.4.5 ปรับปรุงข้อบกพร่อง
- 1.4.6 ทำการทดสอบ เก็บข้อมูลและปรับปรุงข้อบกพร่องเพิ่มเติม
- 1.4.7 ทดสอบการทำก้อนเชื้อจากเศษไม้มะม่วงที่ได้จากเศษไม้มะม่วงได้จากเครื่องย่อย

เปรียบเทียบกับเศษไม้เลื่อยไม้ยางพารา

- 1.4.8 สรุปผลการวิจัย
- 1.4.9 ถ่ายทอดผลการวิจัยสู่ชุมชน

บทที่ 2

หลักการและทฤษฎีในการออกแบบ

2.1 หลักการในการออกแบบเครื่อง

2.1.1 หลักการลดขนาดของวัสดุ

หลักการที่ใช้ในการลดขนาดวัตถุดิบมี 3 หลักการใหญ่ คือการตัด การกดอัด และการเฉือน ซึ่งอาจจะประกอบด้วย แบบใดแบบหนึ่ง หรือหลายแบบรวมกันก็ได้ (สุนทร ม.ป.ป.)

- การตัด (Cutting) เป็นการลดขนาดโดยการกดด้วยใบมีดที่มีความคม และบาง ผ่านไปยังวัสดุที่ต้องการลดขนาด ทำให้เกิดการยุบ และเสียหายน้อยที่สุด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความคมของใบมีดหลักการตัดนี้ใช้ได้กับผลไม้และผัก เป็นการใช้แรง 2 ทิศทางตรงกันข้ามกันเข้าหาวัตถุ

- การกดอัด (Pressing) เป็นการลดขนาดโดยการประยุกต์แรงให้เกิดแรงดันกับวัสดุที่ต้องการลดขนาดวัสดุ โดยแรงอาจจะมาจากหลายทิศทาง จึงทำให้ได้วัสดุที่ไม่สม่ำเสมอภายหลังการลดขนาด วัสดุที่นิยมใช้ในการลดขนาดได้แก่ หินปูน ปุ๋ยเคมี อาหารสัตว์ แป้ง ผัก และผลไม้แห้งวัสดุบางอย่างอาจจะใช้ในการบีบ เช่น การบีบอ้อยเพื่อเอาน้ำหวาน หรือบีบให้พืชอาหารสัตว์แตกเพื่อเร่งรัดการแห้ง

- การเฉือน (Shearing) อาศัยแรง 2 ทิศทางวิ่งออกจากวัตถุดิบ เป็นการผสมกันระหว่างการตัด และการกดอัด หากเฉือนบาง และมีความคมเรียกว่า การตัด แต่ถ้าหนาและทุ้มเรียกว่าการอัด

2.1.2 กรรมวิธีที่ทำให้วัสดุแตกหรือขาดออกจากกัน

วิธีย่อยที่ทำให้วัสดุแตกหรือขาดออกจากกันอาจแบ่งได้ 5 แบบดังนี้ (สุนทร ม.ป.ป.)

- การทุบหรือการตี (Impact) เป็นการใช้พื้นที่ขอบอุปกรณ์ หรือเครื่องมือทุบก้อนแข็งการบีบ (Pressing) เป็นการกดบีบก้อนของแข็งด้วยพื้นที่สองด้านของเครื่องมือในทิศทางตรงกันข้ามหรือมากกว่านั้น

- การเฉือน (Shearing) จะอาศัยการเสียดสีระหว่างพื้นที่สองด้านของเครื่องมือ

- การกระแทก (Impact) เป็นการใช้พื้นที่ใช้งานของเครื่องมือกระทบก้อนของแข็ง

- การตัด (Cutting) เป็นการใช้ความคมของเครื่องมือเคลื่อนที่ผ่านวัสดุ (สุนทร ม.ป.ป.) ได้แสดงถึงความเหมาะสมของแต่ละวิธีการที่จะนำมาใช้ในการลดขนาดของวัสดุ

2.1.3 ประเภทเครื่องมือที่ใช้ลดขนาด

การแบ่งประเภทของเครื่องมือที่ใช้ในการลดขนาดนิยมนำแบ่งได้ 3 ประเภท

- การแบ่งประเภทตามขนาดวัสดุที่ป้อน และผลิตได้ แบ่งเป็น 4 ประเภท คือ หยาบ ปาน กลางละเอียด และละเอียดมาก ซึ่งแต่ละประเภทต่างมีขีดจำกัดในเรื่องของความละเอียดของวัสดุที่ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอุปกรณ์ของเครื่อง และการปรับ ตัวอย่างเช่น การย่อยวัสดุ ที่มีความหยาบสูงควรย่อยกับเครื่องมือที่ย่อยหยาบ โดยการทำการย่อยขั้นตอนต้นก่อน เช่น ใช้เครื่องย่อยแบบค้อนจนได้ชิ้นวัสดุที่เหมาะสม แล้วค่อยนำมาผ่านเครื่องมือที่สามารถย่อยได้ละเอียดต่อไป

- การแบ่งประเภทตามลักษณะของการลดขนาด แบ่งเป็น 4 ประเภท คือ การอัด การตัด การกระแทก การขัดสี เช่น เครื่องย่อยแบบตะไบหรือลูกกลิ้ง เหมาะสำหรับการย่อยหยาบสำหรับวัสดุที่มีขนาดใหญ่ เครื่องย่อยที่ใช้หลักการตัดโดยมีอุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพสำหรับการย่อยแบบกระแทกแต่ก็ไม่สามารถให้ผลผลิตที่มีความละเอียดสูงมากนัก ซึ่งในเรื่องนี้ถ้าสั้ยหลักการย่อยแบบขัดสีเข้ามาช่วย

- การแบ่งประเภทตามโครงสร้างของอุปกรณ์ โดยแบ่งเป็น 3 ประเภทคือ แบบค้อน แบบลูกกลิ้ง และแบบแผ่น โดยการแบ่งแบบนี้จะแบ่งตามชนิดเครื่องมือที่ใช้ โดยจะคำนึงว่า เครื่องมือลดขนาดที่จะนำเข้ามาย่อยวัตถุดิบนั้นมีความเหมาะสมหรือไม่ แล้วจึงเลือกใช้เครื่องมือที่ทำการลดขนาดที่จะนำมาย่อยวัตถุดิบนั้นมีความเหมาะสมหรือไม่ แล้วจึงเลือกใช้เครื่องมือที่ทำการลดขนาด (ณัฐพล ม.ป.ป.)

2.1.4 ข้อพิจารณาการเลือกอุปกรณ์หั่นย่อยให้เหมาะสมกับวัตถุดิบ

การเลือกอุปกรณ์การลดขนาด โดยพิจารณาถึงอุปกรณ์การลดขนาดดังนี้

- ความแข็ง เนื่องจากวัตถุดิบมีคุณสมบัติต่างกัน โดยเฉพาะความแข็งวัตถุดิบมีความแข็งทำให้มีขนาดเล็กลงค่อนข้างยาก อาจจะต้องใช้เวลา และพลังงานมากขึ้นคือได้ผลผลิตช้ากว่าปกติ และเครื่องมือต้องมีขนาดใหญ่กว่าเดิมหากต้องการได้ผลผลิตเร็วขึ้น วัตถุดิบที่แข็งมักทนต่อแรงเสียดทาน ดังนั้นอุปกรณ์ที่ใช้ลดขนาดประเภทนี้ต้องเป็นโลหะที่ทนต่อการเสียดสี เช่น เหล็กผสมแมงกานีส การออกแบบให้เปลี่ยนได้ง่าย สะดวก รวดเร็ว และเพื่อให้เครื่องมือคงทนต่อการใช้งาน การทำให้วัสดุที่แข็งมีขนาดเล็กลงก็ต้องให้เครื่องจักรหมุนช้าลง

- ลักษณะโครงสร้างวัตถุดิบ หากมีโครงสร้างที่ไม่ยึดเหนี่ยวแน่น มีลักษณะร่วน เช่น ชังข้าวโพด เพราะขาดความเหนียว การตีจะแตกตัวง่ายกว่าหรือการที่มีลักษณะเป็นผลึกก็ตีให้แตกง่าย หรือพวกที่มีขนาดใหญ่ก็จะตีแตกง่ายกว่าขนาดเล็ก ลักษณะที่กล่าวมาแล้วควรแรงตัดแบบ Crushing ก็เพียงพอแล้ววัตถุดิบเยื่อใยสูง เช่น เศษของไม้มะม่วง จะแยกออกจากกันได้โดยใช้แรงแบบ

Compressive หรือ Impact ดังนั้น เครื่องมือ ต้องเป็นแบบตัด หรือ ถีกลอกตามแนวยาว (จารุวัฒน์ ๔๑)

2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 การออกแบบมอเตอร์

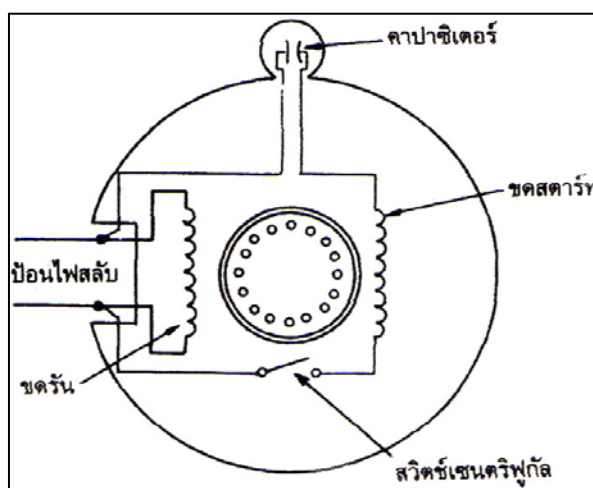
มอเตอร์คาปาซิเตอร์ อินดักชันมอเตอร์แบบคาปาซิเตอร์นี้ มีส่วนประกอบต่างๆ เหมือนกับมอเตอร์สปลิทเฟส ดังที่ได้กล่าวแล้ว เพียงแต่ต่อคาปาซิเตอร์อันดับเข้ากับขดสตาร์ทอีก แล้วตัวคาปาซิเตอร์นี้จะยึดติดอยู่ส่วนบนของมอเตอร์ดังรูปที่ 2.1 แต่บางชนิดอาจจะยึดติดอยู่ภายในตัวมอเตอร์ก็ได้ การที่ต่อคาปาซิเตอร์ก็เพื่อทำให้แรงบิดของมอเตอร์ตอนเริ่มเดินสูง และช่วยลดกระแสของมอเตอร์ในตอนเริ่มเดินให้ต่ำกว่าแบบสปลิทเฟสด้วย



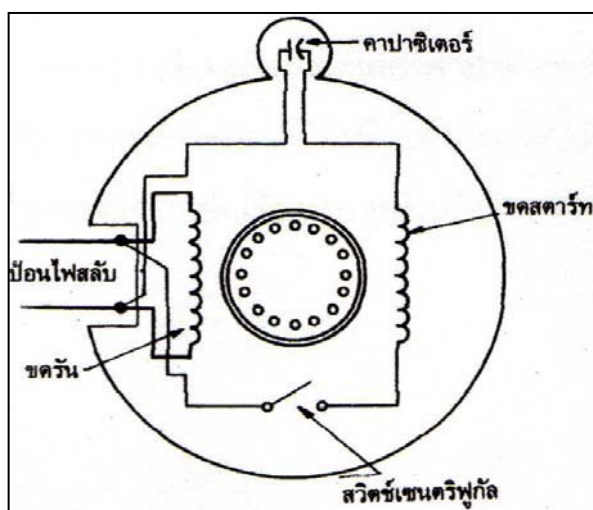
รูปที่ 2.1 มอเตอร์คาปาซิเตอร์ (ที่มา : www.angeneration.com : 20 กันยายน 2549)

มอเตอร์คาปาซิเตอร์มีใช้ในงานทั่วไปเช่นเดียวกับมอเตอร์สปลิทเฟสและงานที่ใช้มอเตอร์สปลิทเฟสจะใช้มอเตอร์คาปาซิเตอร์แทนเพราะแรงบิดดีกว่าเช่นใช้กับงานเครื่องปรับอากาศ คอมเพรสเซอร์ปั้มน้ำ พัดลม เป็นต้น มอเตอร์คาปาซิเตอร์ยังแบ่งออกได้ 2 แบบ คือ แบบคาปาซิเตอร์สตาร์ทกับแบบคาปาซิเตอร์สคาปาซิเตอร์รัน

หลักการทำงานของมอเตอร์คาปาซิเตอร์จาก รูปที่ 2.2 เป็นวงจรแสดงการต่อขดลวดและคาปาซิเตอร์ร่วมกับเซนตริฟูกัลป์สวิตช์โดยขดลวดทั้งสองชุดจะมีลักษณะและขนาดเหมือนกับมอเตอร์สปลิทเฟสทุกประการ เมื่อป้อนแรงดันให้กับมอเตอร์ขดลวดทั้งสองชุดจะต่อขนานกับแรงดันไฟฟ้า โดยเซนตริฟูกัลป์สวิตช์ยังปิด (closed) วงจรขดสตาร์ทอยู่ เมื่อมอเตอร์หมุนด้วยความเร็วสูงประมาณ 75% ของความเร็วปกติ (rated speed) เซนตริฟูกัลป์สวิตช์จะเปิดวงจรขดสตาร์ท ปล่อยให้ขดรันทำงานต่อไปเพียงขดเดียว เช่นเดียวกับมอเตอร์สปลิทเฟส

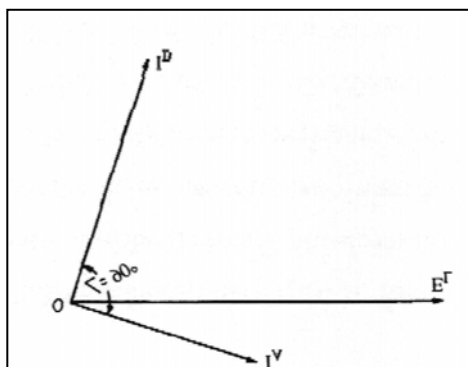


รูปที่ 2.2 การต่อมอเตอร์คาปาซิเตอร์สตาร์ท (ที่มา :สมพงษ์ บุญธรรมจินดา, มอเตอร์ไฟฟ้า, กรุงเทพมหานคร : ซีเอ็ดดูเคชั่น, 2538 :หน้า 38)



รูปที่ 2.3 การต่อกลับทางหมุนมอเตอร์ (ที่มา :สมพงษ์ บุญธรรมจินดา, มอเตอร์ไฟฟ้า, กรุงเทพมหานคร : ซีเอ็ดดูเคชั่น, 2538 :หน้า 40)

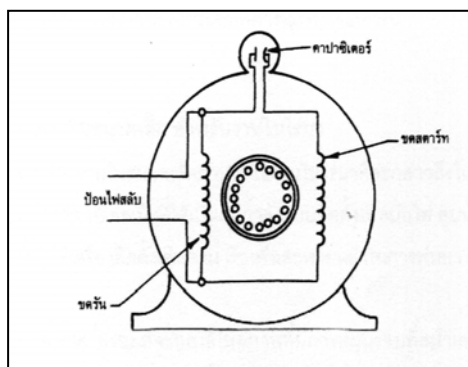
ในการต่อคาปาซิเตอร์อันดับกับขดลวดอาร์ตเพื่อให้กระแสไฟที่ไหลผ่านขดลวดอาร์ตนำหน้าแรงดันที่ป้อนให้ และมีมุมต่างเฟสเกือบ 90° กับกระแสไฟของขดลวดอาร์ต ดัง รูปที่ 2.3 คาปาซิเตอร์ที่นำมาต่อจะต้องมีขนาดที่พอเหมาะกับมอเตอร์ตัวนั้นๆ ด้วยเมื่อเปรียบเทียบเวกเตอร์ไดอะแกรมของมอเตอร์สลิปเฟสกับมอเตอร์คาปาซิเตอร์ (รูปที่ 2.2 กับรูปที่ 2.3) จะเห็นว่ามุมต่างเฟสของมอเตอร์คาปาซิเตอร์มากกว่าของมอเตอร์สลิปเฟสจึงมีผลทำให้แรงบิดของมอเตอร์คาปาซิเตอร์ดีกว่า



รูปที่ 2.4 เวกเตอร์ไดอะแกรมของมอเตอร์คาปาซิเตอร์สตาร์ท(ที่มา :สมพงษ์ บุญธรรมจินดา, มอเตอร์ไฟฟ้า, กรุงเทพมหานคร : ซีเอ็ดดูเคชั่น, 2538 :หน้า 47)

เมื่อต้องการที่จะกลับทิศทางการหมุนของมอเตอร์คาปาซิเตอร์ ให้สลับสายปลายสายของขดสตาร์ทหรือของขดรีนเพียงชุดเดียว จากรูปที่ 35 สลับปลายของขดสตาร์ท

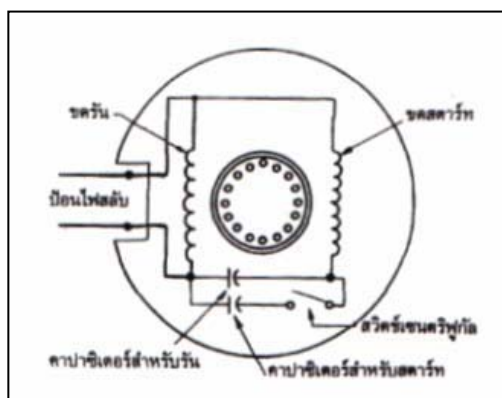
หลักการทำงานของมอเตอร์คาปาซิเตอร์สตาร์ทคาปาซิเตอร์รัน มอเตอร์คาปาซิเตอร์แบบนี้ ขดลวดทั้งสองชุดจะมีขนาดของเส้นลวดที่ใช้พันเป็นขดลวดเกือบเท่ากันหรือเท่ากัน ทั้งนี้เพราะขดสตาร์ทของมอเตอร์แบบนี้จะต่ออยู่ในวงจรไฟฟ้าตลอดเวลาเช่นเดียวกับขดรีนดังนั้นขดสตาร์ทของมอเตอร์แบบนี้จึงไม่มีเซนตริฟูกัลป์สวิตช์ ดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 การต่อขดลวดของมอเตอร์คาปาซิเตอร์สตาร์ทคาปาซิเตอร์รัน(ที่มา :สมพงษ์ บุญธรรมจินดา, มอเตอร์ไฟฟ้า, กรุงเทพมหานคร : ซีเอ็ดดูเคชั่น, 2538 :หน้า 50)

การต่อคาปาซิเตอร์รันยังต่อได้อีกแบบหนึ่ง ดังรูปที่ 2.6 คือการใช้คาปาซิเตอร์ 2 ตัวต่อขนานกันแล้วต่ออันดับขดสตาร์ท โดยให้คาปาซิเตอร์ตัวหนึ่งต่อร่วมกับขดสตาร์ท โดยผ่านเซนตริฟูกัลป์สวิตช์ ส่วนคาปาซิเตอร์อีกตัวหนึ่งนั้นต่อตรงกับขดสตาร์ทเลย ดังนั้นคาปาซิเตอร์ตัวหนึ่งจะ

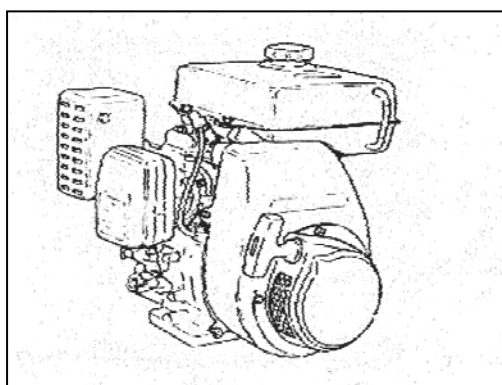
ช่วยในการสตาร์ทเท่านั้นแล้วจะถูกตัดออกจากวงจรโดยเซนทรีฟูกัลสวิตช์เมื่อความเร็วของมอเตอร์การกลับทิศทางการหมุนก็ปฏิบัติได้เช่นเดียวกับแบบที่ได้กล่าวมาแล้ว



รูปที่ 2.6 มอเตอร์คาปาซิเตอร์สตาร์ทคาปาซิเตอร์รัน(ที่มา :สมพงษ์ บุญธรรมจินดา, มอเตอร์ไฟฟ้า, กรุงเทพมหานคร : ซีเอ็ดดูเคชั่น, 2538 :หน้า 54)

เครื่องยนต์จุกระเบิดภายในขนาดเล็กสำหรับใช้งานในไร่นาจะกล่าวถึงในที่นี้ หมายถึงเครื่องยนต์ลูกสูบเดียว ต่ำกว่า 10 แรงม้า ที่ใช้เป็นต้นกำลังแบบติดตั้งเพื่อปั๊น้ำ สูบน้ำ นวดข้าว สีข้าว ฝัดข้าว นอกจากนี้ยังใช้เครื่องติดตั้งเดินตา เรือหรือสะพายหลังในการพ่นยา ตัดไม้ ถางป่าเลื่อยไม้

โดยทั่วๆ ไปนอกจากเครื่องยนต์จะถูกใช้ในสภาพที่มีการหมุนรอบที่สม่ำเสมอไม่เหมือนเครื่องของรถยนต์หรือจักรยานยนต์ จึงมีการติดตั้งกัฟวอเนอร์เพื่อควบคุมให้การหมุนเวียนที่คงที่



รูปที่ 2.7 เครื่องยนต์เบนซินแบบระบายความร้อนด้วยอากาศ(ที่มา :ประณต กุลประสูตร, เครื่องยนต์เล็ก, กรุงเทพมหานคร : ซีเอ็ดดูเคชั่น, 2535 :หน้า 44)

2.2.2 การออกแบบเพลลา

การออกแบบเพลลาเพื่อต้องการให้ได้เพลลาที่เหมาะสมกับการใช้งานโดยมีขนาดที่ไม่ใหญ่จนเกินไปหรือเล็กไป เพลลาอาจจะรับแรงดึง แรงกด แรงบิด หรือแรงดัด หรือแรงหลายอย่างรวมกันก็ได้ ดังนั้น การคำนวณจึงต้องใช้ความเค้นผสมเข้าช่วย แรงเหล่านี้ ยังอาจจะมีการเปลี่ยนแปลงขนาดตลอดเวลา ทำให้เพลลาเสียหาย เพราะความล้าได้ ฉะนั้น จะต้องออกแบบเพลลาให้มีความแข็งแรงเพียงพอสำหรับการใช้งานในลักษณะนี้ นอกจากนั้น เพลลาจะต้องมีความแข็งแกร่ง (rigidity) เพียงพอเพื่อลดมุมบิดภายในเพลลาให้อยู่ในขีดจำกัดที่พอเหมาะ ระยะโด่ง (deflection) ของเพลาก็เป็นสิ่งสำคัญในการกำหนดขนาดเพลลาเช่นเดียวกันเพราะถ้าเพลามีระยะ โกงมากก็จะเกิดการแกว่งขณะหมุน ทำให้ความเร็ววิกฤต (critical speed) ของเพลาลดลงซึ่งอาจทำให้เพลามีการสั่นอย่างรุนแรงในขณะที่ความเร็วของเพลาเข้าใกล้ความเร็ววิกฤตนี้ได้ระยะ โกงนี้ยังมีผลต่อการเลือก

เพื่อให้เพลามีมาตรฐานเหมือนกันหมด องค์การมาตรฐานระหว่างประเทศจึงได้กำหนดขนาดมาตรฐานของเพลลาซึ่งเป็นขนาดระบุ (Nominal size) ใน ISO / R 775 – 1969 เอาไว้สำหรับให้ผู้ออกแบบเลือกใช้ ทั้งนี้ เพื่อให้สามารถหาซื้อได้ทั่วไป นอกจากนี้ ยังเป็นขนาดที่สอดคล้องกับขนาดของแบริ่งที่ใช้รองรับเพลาด้วย ขนาดระบุของเพลาดูได้จาก ตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ขนาดระบุของเพลลาตามมาตรฐาน ISO / R 775 – 1969 (ที่มา ชาญ ถนัดงาน และวิทย์ อิงภากรณ์, การแบบเครื่องจักรกล)

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเป็น mm				
6	25	70	130	240
7	30	75	140	260
8	35	80	150	280
9	40	85	160	300
10	45	90	170	320
12	50	95	180	340
14	55	100	190	360
18	60	110	200	380
20	65	120	220	

วัสดุที่ใช้สำหรับทำเพลลาทั่วไปคือเหล็กกล้าละมุน (mild steel) แต่ถ้าต้องการให้มีความเหนียวและความทนทานต่อแรงกระตุกเป็นพิเศษแล้ว มักจะใช้เหล็กกล้าผสมโลหะอื่นทำเพลลาเช่น

AISI 1347 3140 4150 4340 เป็นต้น เหลาที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโตกว่า 90 มม. มักจะกลึงมาจากเหล็กกล้าคาร์บอนซึ่งผ่านการรีดร้อน อย่างไรก็ตาม เพื่อให้เหลามีราคาถูกลงที่สุดมักจะกลึงมาจากเหล็กกล้าคาร์บอนซึ่งผ่านการรีดร้อน อย่างไรก็ตาม เพื่อให้เหลามีราคาถูกลงที่สุด ผู้ออกแบบควรพยายามเลือกใช้เหล็กคาร์บอนธรรมดาก่อนที่จะเลือกใช้เหล็กกล้าชนิดอื่น

สมการสำหรับเพลากลวงโดยมีแรงบิด, โมเมนต์คัต แรงตามแนวแกนโดยประยุกต์สมการความเค้นเฉือนสูงสุด โดยพิจารณาการกระแทก (shock), แรงสั่น และค่าสัมประสิทธิ์ของเสาได้

ดั่งสมการ

$$d_0^3 = \frac{16}{\pi S_s (1 - K^4)} \sqrt{\left[K_b M_b + \frac{\alpha F_a d_0 (1 + K^2)}{8} \right]^2 + (K_t M_t)^2} \quad \dots\dots\dots (2.1)$$

โดย

$$\begin{aligned} \tau_{xy} &= \text{ความเค้นเฉือนเนื่องจากแรงบิด, } N/m^2 \\ d_0 &= \text{เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก, m} \\ d_1 &= \text{เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน, m} \\ M_t &= \text{โมเมนต์บิด, Nm} \\ M_t &= \text{โมเมนต์คัต, Nm} \\ F_a &= \text{แรงในแนวแกน, N} \end{aligned}$$

สำหรับตัวประกอบของการโก่งงอ ASME ได้แนะนำให้ใช้ค่าดังนี้

$$\alpha = \frac{1}{1 - 0.0044(L/k)} \quad \text{สำหรับ } L/k \leq 115 \quad \dots\dots\dots (2.2)$$

$$\alpha = \frac{S_y}{\pi^2 n E} \left(\frac{L}{k} \right)^2 \quad \text{สำหรับ } L/k > 115 \quad \dots\dots\dots (2.3)$$

โดยที่

$$\begin{aligned} n &= 1.00 \text{ เมื่อปลายทั้งสองข้างของเพลาสลับติดอยู่กับจตุรรองรับ} \\ n &= 2.25 \text{ เมื่อปลายทั้งสองข้างของเพลายึดติดแน่นกับจตุรรองรับ} \\ n &= 1.60 \text{ เมื่อปลายทั้งสองข้างยึดด้วยแปรง} \\ L &= \text{ความจริงของเพลา} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 k &= \text{รัศมีของไจเรชั่น (Radius of gyration)} = \sqrt{\frac{I}{A}}, m \\
 I &= \text{โมเมนต์ความเฉื่อย (Moment of inertia)}, m^4 \\
 A &= \text{พื้นที่หน้าตัดของเพลลา}, M^2 \\
 S_y &= \text{ขีดจำกัดความยืดหยุ่นในความเค้นอัด}, N/m^2
 \end{aligned}$$

ในการหาค่าโมเมนต์ สามารถทำการหาได้จากกรณีต่าง ๆ ดังนี้

(ก) กรณีที่ทราบข้อมูลจากมอเตอร์ สามารถหาได้จากสมการ

$$T = \frac{6300 P_s}{2\pi \cdot n}, Nm/m \quad \dots\dots\dots (2.4)$$

เมื่อ P = กำลังของมามีหน่วยเป็นวัตต์ (Watt)

N = ความเร็วรอบของมอเตอร์มีหน่วยเป็น รอบ/นาที (rpm)

หรือ

$$T = \frac{6300 H_p}{rp}, in-lb \quad \dots\dots\dots (2.5)$$

เมื่อ H_p = กำลังม้า

(ข) กรณีที่ทราบข้อมูลจากแรงดึงของสายพาน (Belt drive)

$$T = (T_1 - T_2)r \text{ Nmm ; in-lb} \quad \dots\dots\dots (2.6)$$

เมื่อ T_1 = แรงดึงสายพานทางด้านตึง หน่วยเป็น N

T_2 = แรงดึงสายพานทางด้านหย่อน หน่วยเป็น N

r = รัศมีของล้อสายพาน หน่วยเป็น m

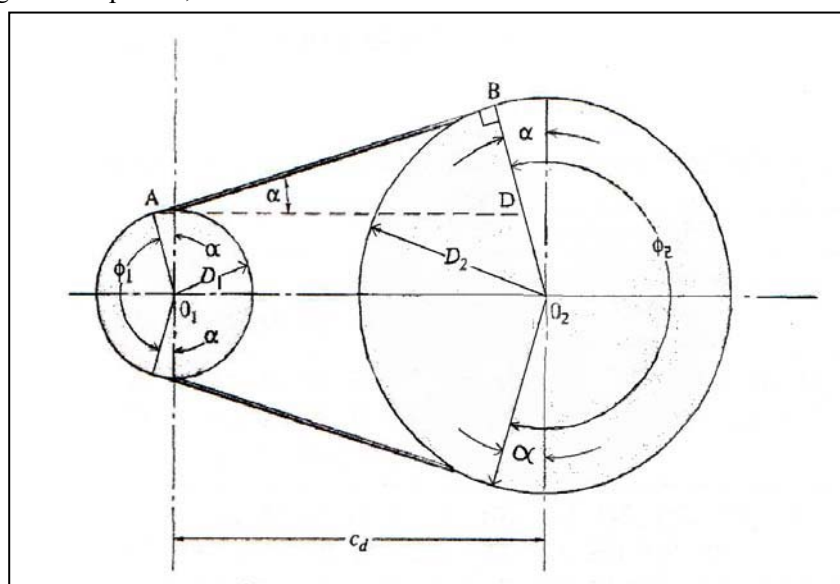
2.2.3 การออกแบบ สายพานลิ่ม

สายพานแบ่งออกเป็นสี่ชนิดตามลักษณะหน้าตัดของสายพานคือ สายพานแบน(flat belts) มีหน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า สายพานลิ่ม(V-belts) มีหน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู สายพานกลม (ropes) มีหน้าตัดเป็นรูปวงกลม และ ไทม์มิงเบิ้ลท์(timing belts) มีหน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู แต่จะทำเป็นร่องคล้ายฟันเพื่อตลอดความยาวของสายพาน สายพานแต่ละชนิดจะมีลักษณะในการใช้งานต่างกัน

สายพานลิ่ม (V-belt) เป็นสายพานที่ทำจากผ้า, โยสังเคราะห์ หรือไนรอน (Nylon) แล้วเคลือบด้วยยาง สายพานลิ่มใช้ส่งกำลังได้ค่อนข้างมากโดยต้องการแรงดึงขั้นต่ำในสายพานค่อนข้างน้อยทั้งนี้เพราะผลจากการเกาะยึดตัวกันระหว่างด้านข้างของสายพานที่เรียกว่าร่องรูปลิ่มของล้อ

สายพาน ทำให้เกิดแรงเสียดทานสูง ซึ่งเป็นผลให้สายพานทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพดี แม้ว่าจะมีส่วนโค้งสัมผัสน้อย และมีแรงดึงขึ้นต้นค่อนข้างต่ำ และเหมาะกับการใช้งานในกรณีที่มีระยะห่างระหว่างศูนย์กลางน้อยในการส่งกำลังจะส่งได้มากที่สุดเมื่อผิวด้านข้างของสายพานอัดแน่นกับร่องบนล้อสายพาน และในกรณีที่มีเหตุฉุกเฉิน ก็อาจใช้ผลจากการอัดแน่นนี้ทำหน้าที่เป็นเบรกได้ด้วย สายพานชนิดนี้ใช้ที่เล็กกว่าและระยะห่างระหว่างล้อสายพานสั้นกว่าสายพานแบบ ส่วนประสิทธิภาพของสายพานลิ่ม น้อยกว่าสายพานแบนเล็กน้อย แต่สามารถใช้สายพานได้ หลายเส้นพานเดียวกัน

ขนาดพื้นที่หน้าตัดของสายพานลิ่ม เป็นขนาดมาตรฐานจากโรงงาน หน้าตัดของสายพานแต่ละขนาดได้ถูกกำหนดโดยใช้อักษรแทน ส่วนขนาดกำหนดเป็นนิ้ว ดังตารางที่ 2.2 การหามุมสัมผัส (Angle of warp = α) ในกรณีที่สายพานเปิด ดังภาพที่ 2.8



รูปภาพที่ 2.8 แสดงมุมสัมผัสสายพานแบบเปิด (ที่มา :ดร.วริทธิ์ อึ้งภากรณ์ และ ชาญ ถนังงาน, การออกแบบเครื่องจักรกล, กรุงเทพมหานคร : ซี เอ็ดดูเคชั่น, 2521 :หน้า 258)

เพราะนั้น

$$\sin \beta = \frac{R - r}{c}$$

$$\therefore \alpha_1 = 180^\circ - 2\beta = 180^\circ - 2\sin^{-1} \frac{R - r}{c} \quad \dots\dots\dots (2.7)$$

$$\therefore \alpha_2 = 180^\circ + 2\beta = 180^\circ + 2\sin^{-1} \frac{R - r}{c} \quad \dots\dots\dots (2.8)$$

เมื่อ

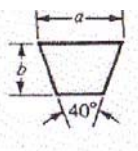
α_1 = เป็นมุมสัมผัสที่ล้อสายพานตัวเล็ก

α_2 = เป็นมุมสัมผัสที่ล้อสายพานตัวใหญ่

- ความแข็งแรงของสายพาน วี (Strength of V-belt)

ตารางที่ 2.2 แสดงขนาดของสายพาน (ที่มา J.E. Shingley, C.R.Mischke.Mechanic

Engineering Design.5 Edition: 674)

Standard V-belt Sections	Belt Section	Width a, in	Thickness b, in	Minimum Sheave Diameter, in	Hp Range, One or More Belts
	A	$\frac{1}{2}$	$\frac{11}{32}$	3.0	-10
		$\frac{21}{32}$	$\frac{7}{16}$	5.4	1-25
	B	$\frac{32}{32}$	$\frac{16}{32}$	9.0	15-100
		$\frac{7}{8}$	$\frac{17}{32}$	13.0	50-250
	C	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{4}$	21.6	100 and up
		$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$		
	D	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$		
		$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$		
	E	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$		
		$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$		

นอกจากกำหนดขนาดหน้าตัดของสายพานไว้แล้วยังมีการกำหนดขนาดความยาวเส้นรอบวงภายในของสายพาน ดังได้จาก ตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 แสดงขนาดความยาวเส้นรอบวงภายในของสายพานวี ชนิดต่าง ๆ
(ที่มา : J.E. Shingley, C.R.Mischke.Mechanic Engineering Design.5 Edition: 674)

Section	Circumference, in
A	26, 31, 33, 35, 38, 42, 46, 48, 51, 53, 55, 57, 60, 62, 64, 66, 68, 71, 75, 78, 80, 85, 90, 96, 105, 112, 120, 128
B	35, 38, 42, 46, 48, 51, 53, 55, 57, 60, 62, 64, 66, 68, 71, 75, 78, 79, 81, 83, 85, 90, 93, 97, 100, 103, 105, 112, 120, 128, 131, 136, 144, 158, 173, 180, 195, 210, 240, 270, 300
C	51, 60, 68, 75, 81, 85, 90, 96, 105, 112, 120, 128, 136, 144, 158, 162, 173, 180, 195, 210, 240, 270, 300, 330, 360, 390, 420
D	120, 128, 144, 158, 162, 173, 180, 195, 210, 240, 270, 300, 330, 360, 390, 420, 480,

	540, 600, 660
E	180, 195, 210, 240, 270, 300, 330, 360, 420, 480, 540, 600, 660

ตามปกติความยาวสายพาน จะใช้ความยาวพิตช์ของสายพาน ซึ่งสามารถคำนวณได้ดังนี้
 ความยาวพิตช์ของสายพาน = ความยาวเส้นรอบวงภายใน (L_p) + ปริมาณที่บวกเพิ่ม (2.9)

**ตารางที่ 2.4 แสดงค่าปริมาณที่บวกเพิ่ม (ที่มา J.E. Shingley, C.R.Mischke.Mechanic
 Engineering Design.5 Edition: 674)**

Belt section	A	B	C	D	E
Quantity to be added	1.3	1.8	2.9	3.3	4.5

การคำนวณของอัตราส่วนความเร็ว เราจะใช้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางพิตช์ของล้อสายพาน (Sheave) ด้วยเหตุนี้เองในการคำนวณเส้นผ่าศูนย์กลาง เราจะใช้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางพิตช์แทน

มุมร่องของสายพานวี ตามธรรมชาติจะมีค่าน้อยกว่ามุมของหน้าตัดสายพาน ดังนั้นจึงทำให้สายพานสามารถอัดแน่นอยู่กับร่องของสายพานได้ และทำให้ค่าความเสียดทานเพิ่มมากขึ้น
 ค่าของมุมร่องของสายพานดังกล่าวขึ้นอยู่กับ

- หน้าตัดของสายพาน
- ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของล้อสายพาน
- มุมสัมผัสของสายพาน

แต่ถ้ามุมของสายพานเล็กมากเกินไป ก็จะทำให้ตัวสายพานหลุดออกจากร่องของล้อสายพาน

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กสุดของล้อสายพานลิม สามารถดูได้จากตารางที่ 2.2

ความเร็วของล้อสายพานที่สามารถวิ่งได้เรียบและเงียบจะเท่ากับ 4,000 ฟุต/นาทีก ซึ่งถือว่าเป็นความเร็วของสายพานที่ดีที่สุด แต่ถ้าสายพานเกิดเร็วมากกว่า 5,000 ฟุต/นาทีก และต่ำกว่า 1,000 ฟุต/นาทีก ก็จะทำให้การวิ่งสายพานไม่ดี

เราสามารถหาความยาวพิตช์ของสายพานวี ได้จากสมการ

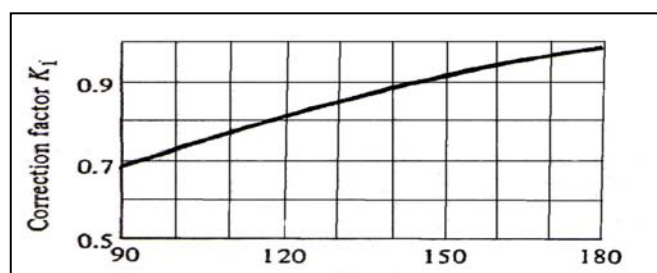
ความยาวพิตช์ของสายพาน

$$L_p = 2C + 1.57(D + d) + \frac{(D + d)^2}{4c} \dots\dots\dots (2.10)$$

โดย L_p = ความยาวพิตช์ของสายพาน
 c = ระยะห่างระหว่างศูนย์กลางล้อสายพาน
 D = เส้นผ่านศูนย์กลางของล้อสายพานตัวใหญ่
 d = เส้นผ่านศูนย์กลางของล้อสายพานตัวเล็ก

ระยะห่างระหว่างจุดศูนย์กลางของล้อสายพานวี จำเป็นต้องกำหนดระยะห่างระหว่างจุดศูนย์กลางของล้อสายพาน เพราะถ้าห่างมากเกินไป สายพานที่เป็นด้านหย่อนจะเกิดการสั่นสะเทือนมากเกิดไป อันเป็นสาเหตุที่ทำให้อายุการใช้งานสั้นลง ตามปกติระยะห่างระหว่างจุดศูนย์กลางของล้อสายพานจะไม่เกิน 3 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางล้อสายพาน หรือน้อยกว่าขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของล้อสายพานตัวใหญ่

จากตารางที่ 2.5 ได้กำหนดค่ากำลังม้า ของสายพานมาตรฐาน ซึ่งขึ้นอยู่กับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางพิตช์ของล้อสายพาน และความเร็วของสายพาน ค่ากำลังม้าเหล่านี้จะต้องมีมุมสัมผัส (Contact angle) 180° แต่ถ้ามุมสัมผัสน้อยกว่า 180° ค่ากำลังม้าก็ต้องลดลง ซึ่งในการหาค่าของกำลังม้าเหล่านี้ต้องใช้ค่า ตัวประกอบ K_1 ไปคูณกับค่าของกำลังม้า ค่าตัวประกอบ K_1 สามารถหาได้จากกราฟ ที่ 2.1



กราฟที่ 2.1 แสดงค่าตัวประกอบ(ที่มา J.E. Shingley, C.R.Mischke.Mechanic Engineering

Design.5 Edition: 675)

- การเลือกใช้สายพานวี พิจารณาได้จากตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 แสดงระดับกำลังม้าสายพานมาตรฐาน (ที่มา J.E. Shingley, C.R.Mischke.

Mechanic Engineering Design.5 Edition: 676)

Belt Section	Sheave Pitch Diameter, in	Belt Speed, ft/min				
		1000	2000	3000	4000	5000
A	2.6	0.47	0.62	0.53	0.15	
	3.0	0.66	1.01	1.12	0.93	0.38
	3.4	0.81	1.31	1.57	1.53	1.12
	3.8	0.93	1.55	1.92	2.00	1.71
	4.2	1.03	1.74	2.20	2.38	2.19
	4.6	1.11	1.89	2.44	2.69	2.58
	5.0 and up	1.17	2.03	2.64	2.96	2.89
B	4.2	1.07	1.58	1.68	1.26	0.22
	4.6	1.27	1.99	2.29	2.08	1.24
	5.0	1.44	2.33	2.80	2.76	2.10
	5.4	1.59	2.62	3.24	3.34	2.82
	5.8	1.72	2.87	3.61	3.85	3.45
	6.2	1.82	3.09	3.94	4.28	4.00
	6.6	1.92	3.29	4.23	4.67	4.48
C	7.0 and up	2.01	3.46	4.49	5.01	4.90
	6.0	1.84	2.66	2.72	1.87	

ตารางที่ 2.5(ต่อ) แสดงระดับกำลังม้าสายพานมาตรฐาน (ที่มา J.E. Shingley,
C.R.Mischke.Mechanic Engineering Design.5 Edition: 676)

Belt Section	Sheave Pitch Diameter, in	Belt Speed, ft/min				
		1000	2000	3000	4000	5000
D	7.0	2.48	3.94	4.64	4.44	3.12
	8.0	2.96	4.90	6.09	6.36	5.52
	9.0	3.34	5.65	7.21	7.86	7.39
	10.0	3.64	6.25	8.11	9.06	8.89
	11.0	3.88	6.74	8.84	10.0	10.1
	12.0 and up	4.09	7.15	9.46	10.9	11.1
	10.0	4.14	6.13	6.55	5.09	1.35
E	11.0	5.00	7.83	9.11	8.50	5.62
	12.0	5.71	9.26	11.2	11.4	9.18
	13.0	6.31	10.5	13.0	13.8	12.2
	14.0	6.82	11.5	14.6	15.8	14.8
	15.0	7.27	12.4	15.9	17.6	17.0
	16.0	7.66	13.2	17.1	19.2	19.0
	17.0 and up	8.01	13.9	18.1	20.6	20.7
	16.0	8.68	14.0	17.5	18.1	15.3
	18.0	9.92	16.7	21.2	23.0	21.5
	20.0	10.9	18.7	24.2	26.9	26.4
	22.0	11.7	20.3	26.6	30.2	30.5
	24.0	12.4	21.6	28.6	32.9	33.8
	26.0	13.0	22.8	30.3	35.1	36.7
	28.0 and up	13.4	23.7	31.8	37.1	39.1

ตามธรรมดา สายพานวีที่มีความสั้นจะมีอายุการใช้งานน้อยกว่าสายพานที่มีความยาวกว่า สาเหตุเพราะสายพานสั้นจะกระทำจากปฏิกิริยาของโหนดที่เกิดขึ้นมากกว่าสายพานยาวด้วยเหตุนี้เองจึงต้องใช้ตัวประกอบ K_2 ซึ่งเรียกว่า Belt-length Correction factors ซึ่งสามารถดูได้จากตารางที่

ตารางที่ 2.6 แสดงค่าตัวประกอบ K_2 (Belt-length Correction (ที่มา J.E. Shingley, C.R.Mischke.Mechanic Engineering Design.5 Edition: 676 factors))

Length Factor	Nominal Belt Length , inn				
	A Belts	B Belts	C Belts	D Belts	E Belts
0.85	Up to 35	Up to 46	Up to 75	Up to 128	
0.90	38-46	48-60	81-96	144-162	Up to 195
0.95	48-55	62-75	105-120	173-210	210-240
1.00	60-75	78-97	128-158	240	270-300
1.05	78-90	105-120	162-195	270-330	330-390
1.10	96-112	128-144	210-240	360-420	420-480
1.15	120 and up	158-180	270-300	480	540-680
1.20		195 and up	330 and up	540 and up	660

ค่าตัวประกอบ K_2 ในตารางก่อนอื่นต้องทราบว่าเป็นสายพานวี หน้าตัดชนิด A, B, C, D, E และช่วงความยาวของสายพานโดยวัดเป็นนิ้ว

ดังนั้น กำลังม้าที่ถูกต้องต่อสายพาน 1 เส้น (The corrected horse power per belt) จะได้

$$H_c = K_1 K_2 H_r \quad \dots\dots\dots (2.11)$$

เมื่อ

H_r = ระดับกำลังม้าของสายพานวี มาตรฐาน

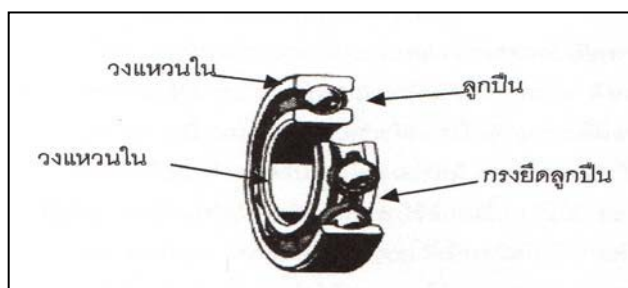
ตารางที่ 2.7 แสดงค่าประกอบ K_s (Suggested Service Factors) (ที่มา J.E. Shingley, C.R.Mischke.Mechanic Engineering Design.5 Edition: 676)

DRIVEN MACHINERY	SOURCE OF POWER	
	NORMAL TORQUE CHARACTERISTIC	HIGH OR NONUNIFORM TORQUE
Uniform	1.0 to 1.2	1.1 to 1.3
Light shock	1.1 to 1.3	1.2 to 1.4
Medium shock	1.2 to 1.4	1.4 to 1.6
Heavy shock	1.3 to 1.5	1.5 to 1.8

จากตารางที่ 2.7 ค่าตัวประกอบ K_s ขึ้นอยู่กับลักษณะการหมุนของชิ้นส่วนเครื่องจักร การจับด้วยสายพานลิ้ม มีข้อดีคือเงียบ สะอาด และสามารถรับแรงกระตุกได้นอกจากนั้นยังมี ขนาดกะทัดรัด มีประสิทธิภาพดี และแบร้งของเพลลาไม่ต้องรับแรงมากเกินไปจึงมักใช้ในการขับเคลื่อนอุตสาหกรรมทั่วไป ซึ่งใช้สายพานได้โดยมีอัตราทดสูงประมาณ 7:1 หรืออาจใช้ได้สูงถึง 10:1 (วิธีที่ ๒๒)

2.2.4 การออกแบบชนิดลูกปืน

บอลล์แบร้ง (Ball Bearing) เป็นแบร้งที่พบเห็นกันทั่วไปสำหรับการใช้งาน เนื่องจากเป็นแบร้งประเภทที่มีความเสียดทานต่ำ สามารถใช้งานที่ความเร็วสูง และในสภาพที่อุณหภูมิเปลี่ยนแปลงอย่างมากได้ บอลล์แบร้งในปัจจุบันได้มีการผลิตออกมาเป็นมาตรฐานซึ่งนำไปใช้กับงานโดยทั่วไปได้ทันทีและได้มีการปรับปรุงคุณภาพของวัสดุที่นำมาใช้ทำให้แบร้งสามารถใช้งานได้นานขึ้น ส่วนประกอบชิ้นพื้นฐานของบอลล์แบร้งก็คือ ชิ้นโลหะวงแหวนที่เป็นวงแหวนส่วนในและวงแหวนส่วนนอก ซึ่งระหว่างวงแหวนทั้งสองก็มี โลหะที่เป็นลูกกลม ๆ เคลื่อนที่อยู่ระหว่างผิวในของวงแหวนนอกและผิวนอกของวงแหวนในอันเป็นตัวที่ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ระหว่างวงแหวนในกับวงแหวนนอกและจะมีตัวชิ้นส่วนของโลหะที่ทำหน้าที่เป็นกรอบสำหรับจับยึดลูกโลหะกลมดังกล่าวนี้ให้อยู่ห่างจากกัน เป็นระยะทางเท่า ๆ กัน ในระหว่างที่มีการเคลื่อนที่ ดังปรากฏในภาพที่ 2.9 บอลล์แบร้งที่รับแรงในรัศมี

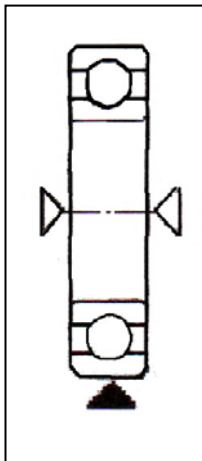


รูปภาพที่ 2.9 ส่วนประกอบชิ้นพื้นฐานของแบร้ง อันได้แก่วงแหวนนอก, วงแหวนใน, ลูกปืน

และกรงยึดลูกปืน (ที่มา :สุภชัย ตระกูลทรัพย์ทวี, การออกแบบเครื่องจักรกลและชิ้นส่วนเครื่องจักร 1ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2547 :หน้า255)

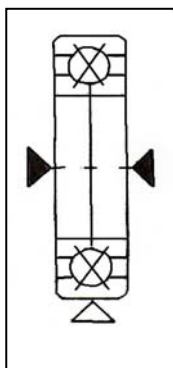
เป็นแบร้งที่เป็นที่รู้จักกันมากที่สุด ซึ่งแบร้งชนิดนี้จะมีแถวของลูกปืนอยู่เพียงแถวเดียวหรือเรียกว่า เป็นชนิดรับแรงในแนวรัศมี (Single –row deep groove bearing) ดังภาพที่ 2.9 แบร้งดังกล่าวนี้จัดได้ว่าเป็นแบร้ง ชนิดพื้นฐาน ซึ่งแม้จะมีวัตถุประสงค์สำหรับการรับแรงในแนวรัศมี แต่มันก็สามารถที่จะรับแรงดันในแนวขนาดกกับแกนเพลลา (Trust load) ได้มากพอสมควร ในขณะที่โหลดในแกนเพลลาหรือ trust load นั่นคือ แรงที่กระทำในแนวตั้งฉากกับแกนเพลลา ซึ่งไม่ว่า

จะเป็นเบริงชนิดใดก็ตาม ก็จะต้องมีขีดความสามารถในการรับโหลดทั้งในแนวตั้งฉากกับแกนเพลลา และในแนวแกนเพลลาดังกล่าวนั้น ได้ถึงค่าใดค่าหนึ่ง

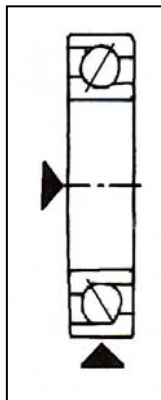


รูปภาพที่ 2.10 ลักษณะของ single row deep groove ball bearing ซึ่งใช้รับแรงในแนวรัศมีเป็น ส่วนมาก แต่ก็สามารถรับแรงในแนวแกนได้บ้าง (ที่มา :สุภชัย ตระกูลทรัพย์ทวี, การ ออกแบบเครื่องจักรกลและชิ้นส่วน เครื่องจักร 1ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2547 :หน้า258)

เป็นบอลล์เบริงที่ใช้รับแรงในแนวขนานกับแกนเพลลาในทิศทางใดทิศทางหนึ่งได้ และใน ขณะเดียวกันบอลล์เบริงชนิดนี้ก็สามารถใช้รับแรงในแนวรัศมีได้ปานกลาง ดังภาพที่ 2.10 แต่ อย่างไรก็ตามก็ตามบอลล์เบริงชนิดดังกล่าวนี้ เหมาะสำหรับการใช้งานในลักษณะที่มีแรงดันใน แนวแกนเพลลาของเบริงสูงเกินกว่าที่จะใช้เบริงชนิดรับแรงในแนวรัศมี (Radial load) ได้ซึ่งเบริง ทั้งสองประเภทนี้จะมีขนาดที่เป็นมาตรฐานเท่ากันทำให้สามารถใช้สับเปลี่ยนกันได้ อย่างไรก็ตามมี เบริงแบบรับแรงในแนวขนานกับแกนเพลลา (Angular contact) ที่เป็นชนิดโมดิฟายด์ (Modified type) ซึ่งจะติดตั้งแบบดัดเบิ้ลเกล็ดดัง ดังภาพที่ 2.11 ทำให้สามารถใช้รับแรงทั้งในแนวขนานกับ แกนเพลลาและในแนวรัศมีตั้งฉากกับแกนเพลลาได้



รูปภาพที่ 2.11 เป็นบอลล์เบริงที่ใช้รับแรงในแนวขนานกับแกนเพลลาเป็นหลักแต่ก็พอจะรับแรง ในแนวรัศมีได้บ้าง (ที่มา :สุภชัย ตระกูลทรัพย์ทวี, การออกแบบเครื่องจักรกลและ ชิ้นส่วน เครื่องจักร 1ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2547 :หน้า261)



รูปภาพที่ 2.12 เป็นบอลล์เบร้งที่ใช้รับแรงในแนวนอนกับแกนเพลแบบโมดิฟายด์ซึ่งติดตั้ง
(ที่มา:สุภชัย ตระกูลทรัพย์ทวี, การออกแบบเครื่องจักรกลและ ชิ้นส่วน เครื่องจักร 1ซี
เอ็ดยูเคชั่น, 2547 :หน้า1262)

แบบดับเบิล ทำให้สามารถรับแรงทั้งในแนวแกนและในแนวรัศมีพอ ๆ กัน โครงสร้างของบอลล์เบร้งชนิดที่จะเห็นได้ชัดที่สุดก็คือ มุมสัมผัสของผิววงแหวนทั้งภายในและภายนอกกับลูกปืนนั้นค่อนข้างกว้างและเป็นไปในแนวเฉียง เบร้งประเภทนี้เหมาะ สำหรับการใช้งานหลาย ๆ ประเภท เช่น ในสำหรับปั้มน้ำบาดาล โดยติดตั้งที่แกนเพลของมอเตอร์หรือติดตั้งที่แกนเพลของปั้มที่อาจจะอยู่ในแนวตั้ง หรือในแนวตั้งก็ตาม หรืออาจจะใช้กับชุดเฟืองเกียร์ตัวหนอน (Worm gear) และชุดเกียร์ทดอื่น ๆ เบร้งประเภทนี้อาจจะติดตั้งแบบเดียวกันก็ได้แต่จะต้องระมัดระวังการปรับแต่งเป็นอย่างดี เพราะตัวเบร้งจะค่อนข้างหลวมในแนวแกนจึงต้องพยายามปรับตั้งวงแหวนนอกให้อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องเมื่อเปรียบเทียบกับวงแหวนใน แต่สำหรับการติดตั้งโดยทั่วไปแล้วควรจะติดตั้งเบร้งชนิดนี้สองตัวให้อยู่ตรงข้ามกัน เพื่อให้แรงดึงในแนวแกนเพลดังกล่าวทั้งสองข้างหักล้างกันไปหมดพอดี

ข้อดีของโรลเบร้งเปรียบเทียบกับเจอร์นัลเบร้ง

- มีความเสียดทานขณะสตาร์ทน้อย (Low Starting Friction Torque) จึงเหมาะสำหรับ เครื่องจักรที่มีการเดินเครื่องและหยุดเครื่องบ่อยครั้ง
- ง่ายต่อการหล่อลื่น และดูแลรักษา โดยเฉพาะชนิดที่อัดด้วยไขมัน หรือจาระบีมาจากโรงงาน ด้วยแล้วเกือบจะไม่ต้องดูแลเกี่ยวกับการหล่อลื่น
- ใช้เนื้อที่ทางด้านแกน (Axial Space)
- สามารถที่จะทราบได้ว่าเบร้งกำลังจะเสีย โดยการสังเกตจากเสียงดัง
- มีเคลียร์รันช์น้อยมาก จึงเหมาะที่จะใช้กับเครื่องจักรกลที่ต้องการความละเอียดแม่นยำในการทำงาน

ข้อเสียของ โรลเบริงเปรียบเทียบกับเจอร์นัลเบริง

- ใช้เนื้อที่ทางด้านรัศมี (Radial Space) มากกว่า
- โดยปกติแล้วราคาจะแพงกว่า
- ขณะทำงานจะมีเสียงดังกว่า เนื่องจากการสัมผัสระหว่างผิวของลูกกลิ้ง
- อายุการใช้งานสั้นกว่า ทั้งนี้เนื่องมาจากความเค้นที่เกิดขึ้นมีค่าสูง
- เมื่อมีแรงกระแทกทำให้อายุการใช้งานลดลงได้มาก

ในการเลือกใช้เบริง ผู้ออกแบบเครื่องจักรกลจะต้องทราบว่า แรงที่กระทำต่อเบริงมีค่าเท่าใดและอายุใช้งานของเบริงควรจะนานเท่าใด ตารางที่ 2.8 แสดงถึงอายุการใช้งานของเบริงในเครื่องจักรกลชนิดต่าง ๆ เพื่อเป็นแนวทางแก่ผู้เลือกใช้เบริง

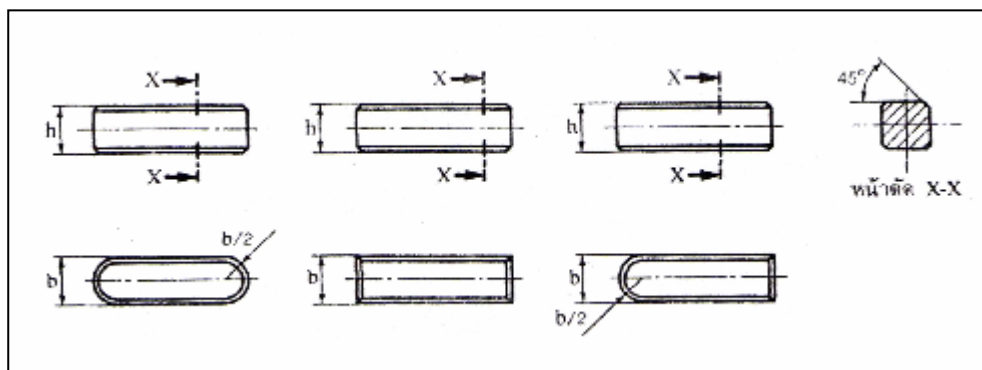
ตาราง 2.8 แนวทางในการเลือกอายุใช้งานสำหรับเครื่องจักรกลชนิดต่าง ๆ (ที่มา : แคตตาล็อกและข้อมูลทางวิศวกรรมทั่วไปของ SKF Industries, Phila , Pa)

ชนิดของเครื่องจักรกล	อายุเป็นชั่วโมง/ทำงาน
เครื่องมือวัดและเครื่องมือที่ใช้ไม่บ่อยนักเช่นเครื่องมือสำหรับห้องทดลอง อุปกรณ์สำหรับประตูเลื่อน	500
เครื่องยนต์เครื่องบิน	500-2,000
เครื่องจักรสำหรับใช้งานช่วงสั้นๆ เช่น เครื่องมือต่างๆ รอกยกของในโรงงาน เครื่องจักรกลการเกษตร ปั่นจั่นที่ใช้ในงานประกอบ เครื่องขนถ่าย เครื่องจักรที่ใช้ในบ้าน	2,000-8,000
เครื่องมือที่ใช้งานเป็นประจำเช่น เครื่องจักรสำรอกของโรงต้นกำลัง อุปกรณ์ลำเลียงในสายงานผลิต ลิฟท์ ปั่นจั่นยกสินค้า เครื่องมือกลที่ใช้ไม่บ่อยนัก	8,000-12,000
เครื่องจักรที่ใช้งาน 8 ชั่วโมง แต่ทำงานไม่เต็มที่ เช่นมอเตอร์ไฟฟ้า ชุดเฟืองทดสำหรับงานทั่วไป	12,000-20,000
เครื่องจักรที่ใช้งาน 8 ชั่วโมง แต่ทำงานเต็มที่ เช่น เครื่องจักรกลในงานอุตสาหกรรมทั่วไป ปั่นจั่นที่ใช้ยกของตลอดเวลา เครื่องเป่าลม เพลาส่งกำลัง	20,000-30,000
เครื่องจักรที่ใช้งานต่อเนื่อง 24 ชั่วโมง เช่นเครื่องแยกของ เครื่องอัดอากาศ ปั่น เพลาส่งกำลัง ลูกกลิ้งสายพานลำเลียง รอก มอเตอร์	40,000-60,000

เครื่องจักรที่ทำงานตลอด และมีความสำคัญมากเช่น เครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตกระดาษ โรงไฟฟ้า ปั่นในเหมืองแร่ สถานีส่งน้ำประปาเครื่องจักรในเรือเดินสมุทร	100,000-200,000
--	-----------------

2.2.5 การออกแบบลิ้มสี่เหลี่ยม

ในชิ้นส่วนต่าง ๆ ของเครื่องย้อยเศษไม้มีชิ้นส่วน เช่น ล้อสายพานที่ยึดติดแน่นกับเพลลา แต่ในบางครั้งจำเป็นต้องมีการถอดประกอบเพื่อความสะดวกในการยึดและถอดออกจากเพลลา เราจึงจำเป็นต้องใช้ลิ้ม (KEY) เป็นตัวยึด ตามปกติลิ้มจะทำด้วยโลหะที่เป็นเหล็กมีความแข็งและเหนียว นำมาใส่ไว้ในร่องลิ้มที่ทำไว้ที่เพลลา และสิ่งที่ยึดติดอยู่กับเพลลาอย่างละครึ่ง หน้าที่ของลิ้มคือจะเป็นตัวเชื่อมยึดติดอยู่กับเพลลา และตัวหมุนตามกันไป



รูปภาพที่ 2.13 ลิ้มสี่เหลี่ยมผืนผ้าและลิ้มสี่เหลี่ยมจัตุรัส (ที่มา:ปรีชา ช่างซ่อม. การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล.เอกสารประกอบการเรียน, มทร.ล้านนา.เชียงใหม่, 2548 : หน้า 5)

- พิจารณาตัวลิ้มขาดเนื่องจากแรงเฉือน

$$\text{ความยาวลิ้ม } (L) = \frac{2 \cdot L}{b \cdot \tau_w \cdot D} \quad \dots\dots\dots (2.12)$$

โดย

T = โมเมนต์บิด

L = ความกว้างของลิ้มสี่เหลี่ยม

D = ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเพลลาที่เลือกใช้

สมการนี้ใช้หาความยาวลิ้ม กรณีที่ทราบค่าความเค้นเฉือนใช้งาน (τ_w) ของวัสดุที่ใช้ทำลิ้ม

- พิจารณาเกิดแรงอัดในร่องลิ้มที่เพลลาและคูล้อ

ในการใส่ลิ้มลงในร่องลิ้มครึ่งหนึ่งของตัวลิ้มฝังติดอยู่ในเพลลาส่วนอีกครึ่งหนึ่งฝังติดอยู่ในคูล้อ

$$\text{ความยาวของลิ่ม (L)} = \frac{4 \cdot T}{\sigma_{wc} \cdot h \cdot D} \quad \dots\dots\dots (2.13)$$

เนื่องจากความเค้นที่ใช้ในการคำนวณเพื่อความปลอดภัย เราจะใช้ค่าความเค้นใช้งาน (σ_w) ของวัสดุที่ใช้ทำเพลหรือคัมล้อ

- พิจารณาค่าความเค้นที่ใช้ในการคำนวณ

$$\text{การหาค่าความเค้นใช้งาน จากสูตร} \quad \sigma_w = \frac{S_Y}{N_Y} \quad \dots\dots\dots (2.14)$$

$$\text{ดังนั้น ค่าความเค้นเฉือนใช้งาน} \quad (\tau_w) = \frac{\tau}{N_Y} \quad \dots\dots\dots (2.15)$$

$$\text{ค่าความเค้นกดใช้งาน} \quad (\sigma_{wc}) = \frac{S_{YC}}{N_Y} \quad \dots\dots\dots (2.16)$$

เมื่อ	S_Y	=	ความเค้นที่จุดค้ำ (N/m ²)
	τ_Y	=	ความเค้นเฉือนที่จุดค้ำ (N/m ²)
	S_{YC}	=	ความเค้นกดที่จุดค้ำ (N/m ²)
	N_Y	=	ค่าความปลอดภัยที่ใช้กับค่าความเค้นที่จุดค้ำ (ตัวแปรไร้มิติ)

ค่าความปลอดภัยที่ใช้กับงานออกแบบลิ่ม กรณีความเค้นที่จุดค้ำของวัสดุ

โหลดกระทำแบบสม่ำเสมอ (Smooth load) ใช้ $N_Y = 1.5$

โหลดกระทำแบบปานกลาง (Smooth load) ใช้ $N_Y = 2 - 2.5$

โหลดกระทำหนักมากหรือกลับไปกลับมา (Smooth load) ใช้ $N_Y = 4.5$

ในกรณีถ้าเราไม่ทราบลักษณะของโหลดที่เกิดขึ้นในการคำนวณหาขนาดของลิ่ม เรานิยมใช้ค่าความเค้นใช้งาน $\sigma_w = 0.5 \cdot S_T$

2.2.6 เครื่องเชื่อมไฟฟ้า (Electric Welding Machine)

เครื่องเชื่อมเป็นอุปกรณ์ที่สำคัญในขบวนการเชื่อมเป็นตัวกำเนิดพลังงานโดยผลิตกระแสและแรงเคลื่อนออกมาคงที่และเพียงพอที่จะทำให้การอาร์เกิดความร้อนจนสามารถหลอมละลายชิ้นงานที่มีความหนาต่าง ๆ ได้

เครื่องไฟฟ้าที่ใช้งานอยู่ทั่วไป แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

- ชนิดกระแสตรง (Direct Current) หรือเรียกว่า เครื่องเชื่อม DC
- ชนิดกระแสสลับ (Alternating Current) หรือเรียกว่า เครื่องเชื่อม AC

องค์ประกอบในการเชื่อมไฟฟ้า

- การเลือกลวดเชื่อมให้ถูกต้องเหมาะสมกับโลหะงาน

- การใช้ระยะอาร์คที่เหมาะสม
- ปรับกระแสไฟเหมาะสมกับงาน
- ควบคุมความเร็วที่ถูกต้องและสม่ำเสมอ
- ลวดเชื่อมทำมุมกับชิ้นงานถูกต้อง

เครื่องมือและอุปกรณ์

- หัวจับลวดเชื่อม การเลือกใช้น้ำขนาดของหัวเชื่อมขึ้นอยู่กับกระแสสูงสุดที่ใช้ในการเชื่อม ที่สำคัญต้องไม่หนักจนเกินไป ไม่ร้อนเร็ว มีรูปร่างและสัดส่วนพอเหมาะในการจับ
- สายเชื่อม สายเชื่อมจะมี 2 เส้นเส้นหนึ่งจะต่อจากเครื่องเชื่อมไปยังหัวเชื่อม อีกเส้นหนึ่ง จะต่อจากเครื่องเชื่อมไปยังชิ้นงาน สายเชื่อมที่ดีต้องมีลักษณะอ่อนตัวได้ดี จำนวนของเส้น ลวดต้องมีปริมาณเพียงพอ และระยะห่างจากเครื่องเชื่อมไปยังชิ้นงานที่จะเชื่อม
- หัวจับสายดิน หัวจับสายดินจะจับเข้าชิ้นงานที่จะเชื่อม ทำให้ครบวงจร ถ้าหัวจับสายดินจับไม่แน่นหรือจุดหนึ่งจุดใดในวงจรการเชื่อมหลวมจะสูญเสียพลังงาน
- เครื่องมือทำความสะอาด เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับทำความสะอาดชิ้น และแนวเชื่อมหลังการเชื่อม เช่น ค้อนเคาะสแลก , แปรงลวด, คีมจับชิ้นงานร้อน
- อุปกรณ์ป้องกันอันตราย ในงานเชื่อมจะมีอันตรายเช่น แสง ค้อน ความร้อน กระแสไฟ และ เม็ดโลหะที่ร้อน เช่น หน้าการเชื่อม, กระจกกรองแสง หรือแว่นตาเชื่อมไฟฟ้า

ความปลอดภัยในการเชื่อมไฟฟ้า

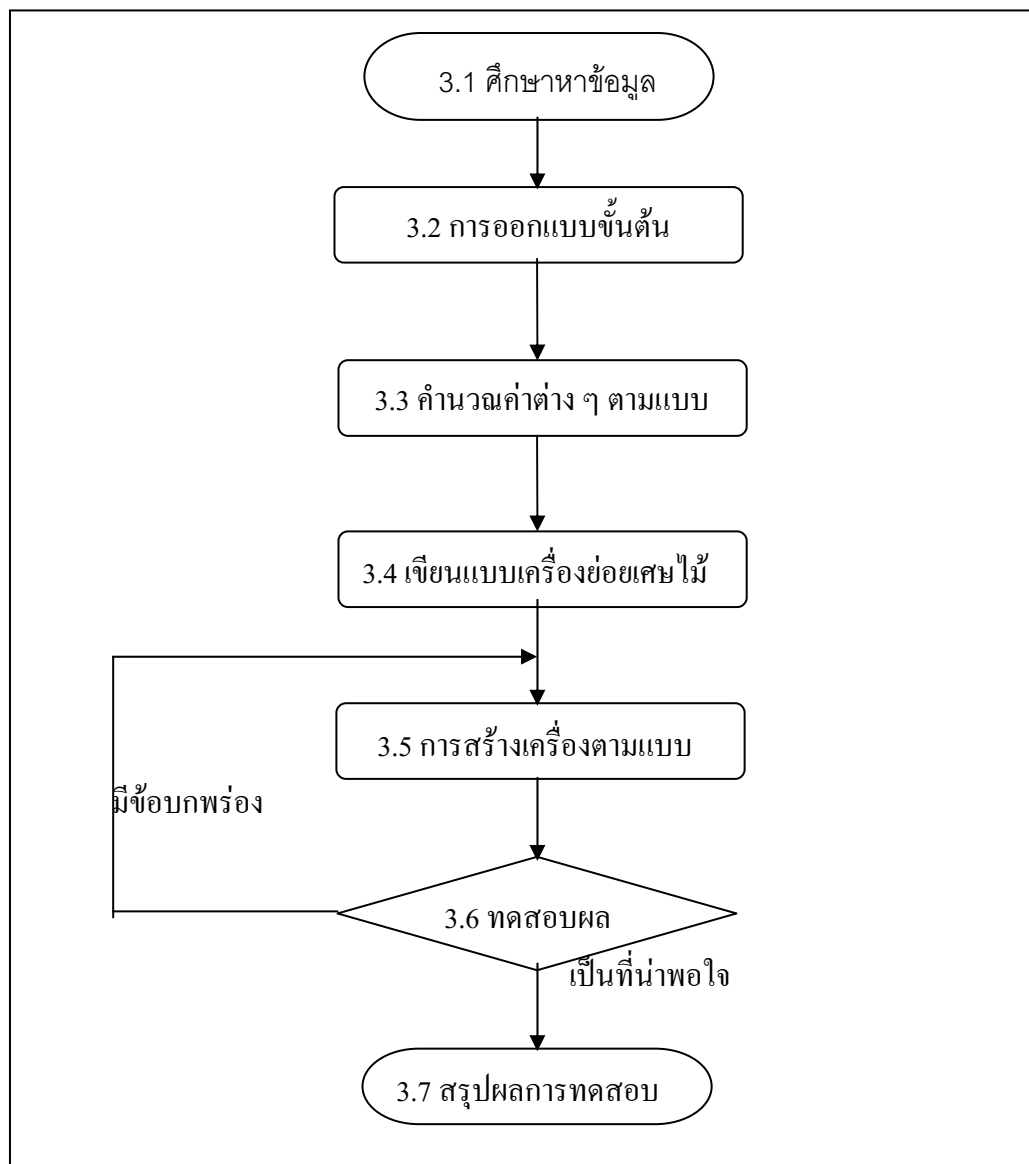
- ก่อนเชื่อมผู้เชื่อมต้องเตรียมเครื่องมือที่จำเป็นต้องใช้ในการเชื่อม เช่น ครีมจับงานร้อน ค้อน เคาะสแลก แปรงลวด และอุปกรณ์ป้องกันอันตราย เป็นต้น
- ไม่ควรนำขากางเกงใส่ไว้ในรองเท้าหรือสวมนาฬิกา เพราะสะเก็ดเชื่อมอาจจะกระเด็นเข้าไป ในรองเท้าได้
- เมื่อมีการเพิ่มหรือลดกระแสไฟ ควรหยุดเชื่อมก่อน
- แคลมป์ จับสายดินต้องแน่น และขนาดของสายเชื่อมต้องเหมาะสมกับกระแสไฟ
- เมื่อเกิดไฟลุกติดโดยที่ผู้เชื่อมไม่รู้ ไม่ควรใช้น้ำดับ เพราะไฟอาจลัดวงจรดูดผู้เชื่อมได้
- อย่ามองแสงจากการเชื่อมด้วยตาเปล่า เพราะจะทำให้ตาเจ็บไม่ได้ มองไม่เห็นชั่วขณะหนึ่ง ถ้าจะมองต้องมีระยะตั้งแต่ 40 ฟุตขึ้นไป

- อย่าเชื่อมชิ้นงานที่อยู่ใกล้ถังน้ำมันเชื้อเพลิง หรือวัตถุไวไฟ เพราะสะเก็ดไฟอาจกระเด็นไป ถูกและลุกไหม้ได้
- ขณะทำการเชื่อมไม่ควรใส่เครื่องประดับ เช่น แหวน นาฬิกา สร้อยคอ หรือพกเครื่องมือไว้ ตามส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย เพราะอุปกรณ์พวกนี้เมื่อไปกระทบกับชิ้นงานที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน กระแสไฟอาจดูดได้ (นริศ ๔๒)

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการ

ในบทนี้เริ่มทำการดำเนินโครงการสร้างเครื่องย่อยเศษไม้มะม่วงโดยทำการวางแผนที่จะผลิตให้เป็นลำดับขั้นตอน และกำหนดช่วงเวลาในการดำเนินงานในแต่ละขั้นตอนในการทำงาน



รูปที่ 3.1 แสดงขั้นตอนการดำเนินงาน

3.1 ศึกษาหาข้อมูล

3.1.1 เพื่อให้การดำเนินโครงการเป็นไปอย่างมีแบบแผนจึงจำเป็นต้องมีการวางแผนและเตรียม การก่อนลงมือดำเนินโครงการ วางแผนจัดลำดับการทำงานสร้างชิ้นส่วนต่าง ๆ ว่าชิ้นส่วนใด ควรสร้างก่อนหรือสร้างทีหลัง และหาว่าต้องใช้เครื่องจักรใดบ้างในการสร้าง เพื่อให้มีการรอกอย ในระหว่างการสร้างน้อยที่สุด ส่วนการเตรียมการนั้นจะเป็นการสำรวจราคาของวัสดุอุปกรณ์ ตลอดจนราคาของชิ้นส่วนเครื่องจักรกลมาตรฐานต่าง ๆ ที่จะใช้เป็นส่วนประกอบของเครื่องหั่นย่อย เศษไม้มะม่วง

3.1.2 ศึกษาข้อมูลของเศษไม้มะม่วงที่จะไปใช้กับเครื่องซึ่งมีขนาดประมาณ 5 ถึง 20 มิลลิเมตร และคำนึงถึงปริมาณของผลผลิตที่ต้องการต่อวัน คือ 80 ถึง 100 กิโลกรัม / วัน

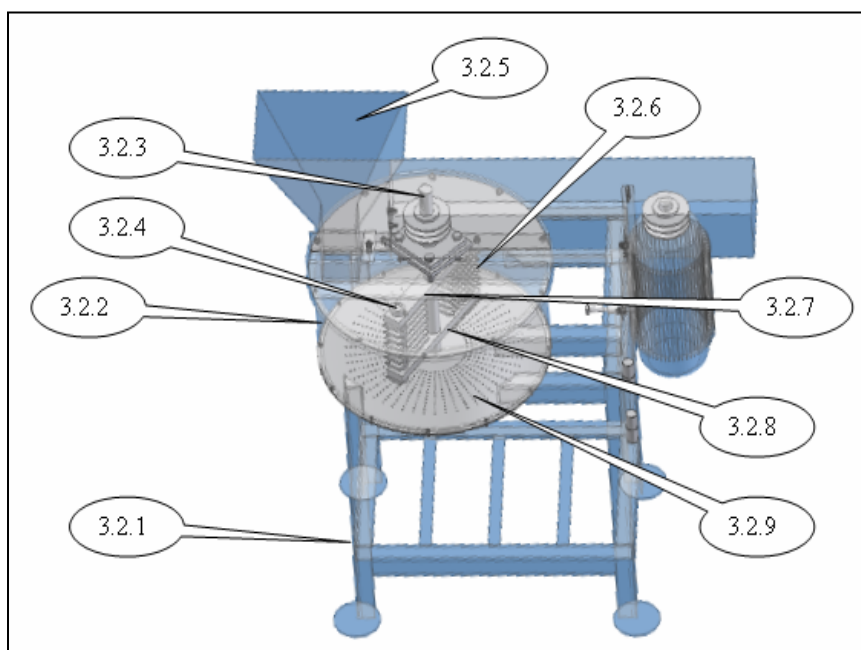
3.1.3 ศึกษาในเรื่องของ ขนาดของเครื่องย่อยเศษไม้มะม่วง จำนวนที่ต้องการผลิต ราคา เครื่องย่อยเศษไม้มะม่วง เพื่อให้สอดคล้องกับการสร้างเครื่องย่อยเศษไม้มะม่วง

- สิ่งที่ต้องพิจารณาในการออกแบบเครื่องย่อยเศษไม้มะม่วง

ในการออกแบบและคำนวณชิ้นส่วนต่างๆของเครื่องหั่นย่อยเศษไม้มะม่วงต้องคำนึงถึง ขอบ เขตของโครงการ ประกอบด้วยจุดสำคัญของขอบเขตโครงการ คือ ต้องสามารถหั่นย่อยเศษไม้ มะม่วงโดยขนาดวัสดุที่ผ่านการหั่นย่อย จะต้องมีความ 0.5 – 3 มิลลิเมตร ในส่วนนี้จะเกี่ยวข้องกับ โดยตรงกับการออกแบบชุดมีดหั่นย่อยและตะแกรง ส่วนต่อมาก็จะเป็นส่วนของกำลังที่จะใช้ในการ หั่นย่อยเศษไม้มะม่วง ซึ่งจุดนี้จะเกี่ยวข้องกับโดยตรงกับต้นกำลังที่จะใช้ขับเคลื่อนมีดตัด ส่วนของเพลา ของชุดมีดตัด ก็ถือว่าเป็นส่วนที่สำคัญอีกส่วนหนึ่งโดยเพลจะต้องมีความแข็งแรง และแข็งแรง เพียงพอในการรองรับน้ำหนักของชุดมีดตัดซึ่งมีน้ำหนักมากนอกจากเพลจะรับน้ำหนักของชุดมีด ตัดแล้วยังทำหน้าที่ หมุนขับเคลื่อนชุดมีดตัดด้วยความเร็วรอบที่สูงจึงจำเป็นต้องคำนึงถึงความเร็ววิกฤติ ของเพล ทาง ด้านการส่งกำลังออกแบบส่งกำลังด้วยสายพาน ดังนั้น จึงต้องคำนวณหาขนาด พื้นที่หน้าตัดของสาย พาณและจำนวนของสายพานด้วย และชิ้นส่วนต่อไปคือ ลิ่มซึ่งเป็นชิ้นส่วนที่ ถ่ายทอดแรงบิดจาก คู่มือ ไปยังเพล และช่วยในการยึดกันระหว่างเพลกับล้อสายพาน (Pulley) โดยลิ่มต้องสามารถรับแรงบิดได้ และเมื่อมีเหตุฉุกเฉินเกิดขึ้นลิ่มจะต้องเสียหาย ก่อนเพล

3.2 การออกแบบขั้นต้น

หลังจากที่ได้ทำการศึกษาค้นคว้าข้อมูลเครื่องหั่นย่อยเศษไม้มะม่วงแล้วจากนั้นเป็นการ ออกแบบขั้นตอนการนำเอาวัสดุที่จะทำการสร้างตามที่ได้ออกแบบไว้ ซึ่งเครื่องหั่นย่อยเศษไม้ มะม่วงนั้นจะแบ่ง การสร้างออกดังนี้ส่วนๆดังนี้



รูปที่ 3.2 ภาพการออกแบบขั้นต้น

- 3.2.1 ชุดโครงเครื่อง
- 3.2.2 ถังปั่นเศษไม้มะม่วง
- 3.2.3 เพลาส่งกำลังหลัก
- 3.2.4 เพลายึดชุดใบมีด
- 3.2.5 ช่องปั่นเศษไม้มะม่วง
- 3.2.6 ชุดมีดหั่นย่อย
- 3.2.7 ชุดยึดใบมีดบน
- 3.2.8 ชุดยึดใบมีดล่าง
- 3.2.9 ชุดจานกรองเศษไม้มะม่วง

3.3 การคำนวณหาค่าตามแบบ

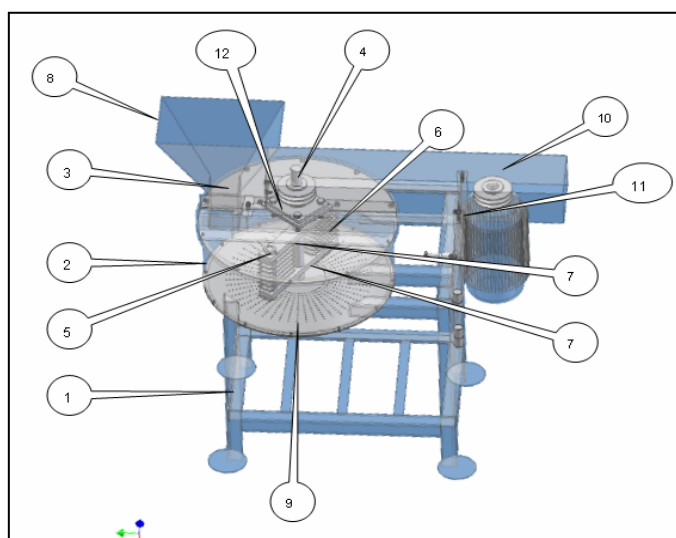
ทำการคำนวณค่าต่างๆไว้ ในภาคผนวก ก

3.4 แบบเครื่องย่อยเศษไม้มะม่วง

ทำการเขียนแบบชิ้นส่วนประกอบต่าง ๆ ของเครื่อง ในภาคผนวก ข

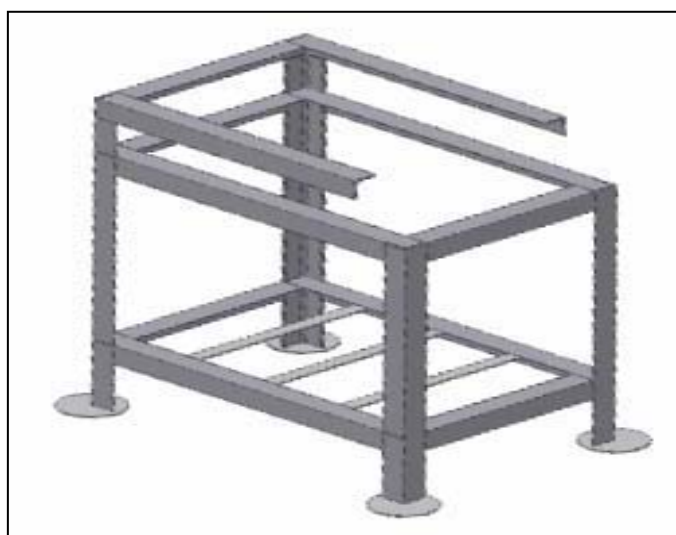
3.5 ขั้นตอนการสร้างเครื่องย่อยเศษไม้มะม่วง

เพื่อให้การดำเนินการสร้างเป็นไปด้วยความสะดวกเรียบร้อยมีขั้นตอนการสร้างและรายละเอียดดังต่อไปนี้



รูปที่ 3.3 แสดงส่วนประกอบโดยรวมในการสร้างเครื่องย่อยเศษไม้

3.5.1 การสร้างชุดโครงเครื่อง



รูปที่ 3.4 แบบโครงเครื่อง

วัสดุที่ใช้ได้แก่

- เหล็กฉาก St 37 ขนาด L40x40x4 มิลลิเมตร จำนวน 2 ชิ้น

เครื่องมือที่ใช้

- เครื่องเลื่อยไฟฟ้า
- เครื่องเชื่อมไฟฟ้า
- เครื่องกัดตั้ง
- เครื่องเจียรไนมือ
- เครื่องเจาะตั้ง

วิธีการสร้าง

- ตัดเหล็กฉาก ตามแบบของโครงโดยเครื่องเลื่อย ตัดเหล็กให้ได้ขนาดตาม
- นำเหล็กฉากที่ตัดได้ตามขนาดมาประกอบเป็น โครงเครื่องด้วยเครื่องเชื่อมไฟฟ้าให้มีขนาด ตามแบบ โดยเชื่อมต่อกับตัวถังปั้นเศษไม้มะม่วง
- กัดร่องขนาด 10 มม. เพื่อติดตั้งขายึดฝาครอบสายพานจำนวน 12 รู ตาม
- ตัดเหล็กแผ่นหนา 3 มม. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 100 มม. เพื่อยึดเป็น ฐานตั้งโครงเครื่องจำนวน 4 ตัว
- นำเหล็กฉากมาตัดตามแบบ 4 ชิ้น มายึด ขาทั้ง 4 ด้าน และเหล็กเส้นแบน 3 ชิ้นเพื่อเป็นที่รองเศษไม้มะม่วง และเพิ่มความมั่นคงให้กับโครงสร้าง
- ทำสลักยึดมอเตอร์โดยการตัดเหล็กกลม St37 ขนาด 25x30 มม. ตามแบบ J012-2 จำนวน 2 ชิ้น แล้วนำไปกลึงให้ได้ขนาดความโตนอก 24x30 มม. แล้วคว้านรูในให้ได้ขนาด 15x20 มม. นำมาเชื่อมติดกับโครงเครื่องเพื่อเป็นที่ยึดฐานมอเตอร์



รูปที่ 3.5 โครงเครื่องที่เสร็จสมบูรณ์

3.5.2 ถังป่นเศษไม้มะม่วง



รูปที่ 3.6 แบบของถังป่นเศษไม้มะม่วง

วัสดุที่ใช้

- เหล็กกระทะรถ St 37 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 530 มิลลิเมตร สูง 205 มิลลิเมตร หนา 5 มิลลิเมตร จำนวน 1 ชิ้น

เครื่องมือที่ใช้

- เครื่องเชื่อมแก๊ส
- เครื่องเชื่อมไฟฟ้า
- เครื่องเจียรไนมือ
- ทราย
- ตะไบ
- เครื่องเจาะตั้ง

วิธีการสร้าง

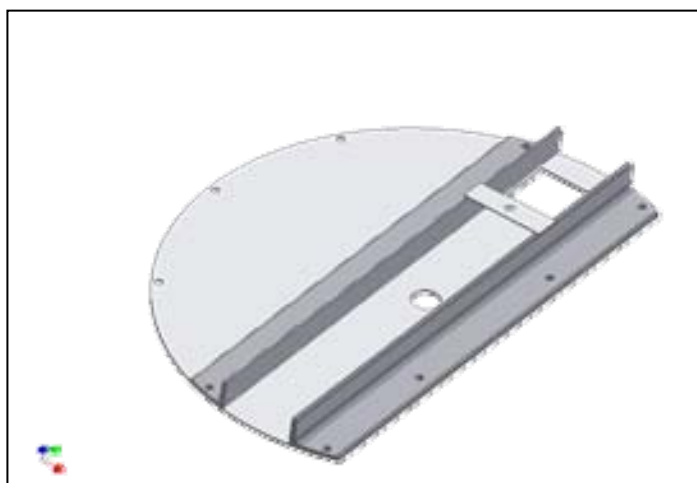
- นำกระทะรถไปตัดด้วยแก๊สเพื่อให้ได้ขนาดตามแบบ
- ใช้เครื่องเจียรไนมือ และทราย ขัดที่ถังป่นเพื่อปรับผิว และสนิม
- นำมาเจาะรูด้านบนขนาด 10 มม. จำนวน 6 รู เพื่อยึดติดกับฝาปิดด้านบน และเจาะรูตัวฟ เกลียวด้านล่างขนาด 5x1.0 มม. จำนวน 12 รู เพื่อยึดติดกับแผ่นกรองเศษไม้มะม่วง

- นำไปเชื่อมติดกับโครงเหล็กด้วยเครื่องเชื่อมไฟฟ้า

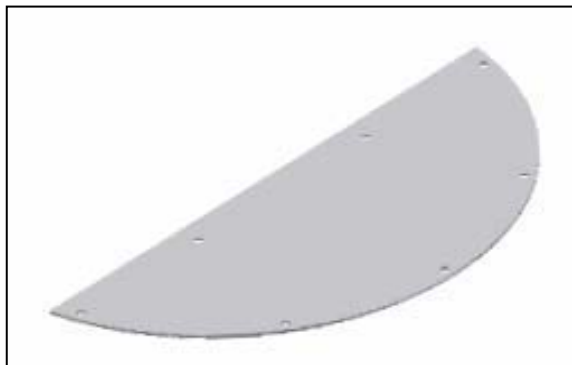


รูปที่ 3.7 ถังป่นเศษไม้ระมัดที่เสร็จสมบูรณ์

3.5.3 ชุดฝาปิด และฝาเปิดด้านบน



รูปที่ 3.8 แบบของฝาปิดเครื่อง



รูปที่ 3.9 แบบของฝาเปิดเครื่อง

วัสดุที่ใช้

- เหล็ก St 37 ขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง 540x3 มิลลิเมตร จำนวน 1 ชิ้น
- เหล็ก St 37 ขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง 540x3 มิลลิเมตร จำนวน 1 ชิ้น
- เหล็กฉาก St 37 ขนาด L40x40x3 มิลลิเมตร จำนวน 2 ชิ้น

เครื่องมือที่ใช้

- เครื่องเชื่อมแก๊ส
- เครื่องเชื่อมไฟฟ้า
- สว่านมือ
- ดอกสว่าน ขนาด 8 มิลลิเมตร
- เครื่องเจียรในมือ

วิธีการสร้าง

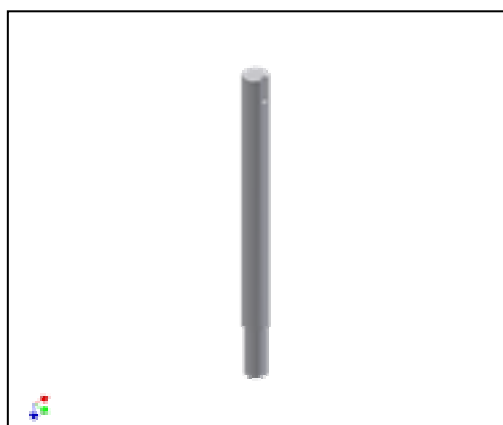
- ตัดเหล็กแผ่นขนาด R260 มม. โดยเจาะรูตรงกลางขนาด 30 มม.สำหรับเพลาหลัก และตัดฝา ออกโดยความกว้างที่ตัดออกตามแบบเพื่อทำเป็นฝาปิด
- ทำช่องป้อนสายไหม้ะม่วงโดยนำไปกัดให้ได้ขนาด 80x80 มม.
- เจาะรูขนาด 8 มม. จำนวน 9 รู ระยะห่างตามแบบ J006 เพื่อนำไปยึดติดกับถังป่น
- ตัดเหล็กฉากขนาดตามแบบ จำนวน 2 ชิ้น เพื่อนำไปยึดติดกับฝาปิดโดย การเชื่อมไฟฟ้าโดยเว้นระยะห่าง ออกตามแบบ แล้วนำแผ่นรองพูลเลย์มาเชื่อมยึดติดกับเหล็กฉากทั้งสองแผ่นเพื่อรองรับตัวพูลเลย์
- ขุดฝาเปิดเป็นชุดที่ถอดออกได้เพื่อให้่ายต่อการซ่อมบำรุง และประกอบใบมีดตัดย่อย

- ทำการเจาะรูขนาด 8 มม.จำนวน 7 รู ระยะในการเจาะตามแบบ J007 ทำการประกอบเข้ากับตัวถังป็นโดยการยึดสกรู 8 มม.



รูปที่ 3.10 ฝาปิด และฝาเปิดเครื่องที่เสร็จสมบูรณ์

3.5.4 การสร้างเพลาส่งกำลังหลัก



รูปที่ 3.11 แบบเพลาลูก

วัสดุที่ใช้

- เหล็ก S137 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30x440 มิลลิเมตร จำนวน 1 ชิ้น

เครื่องมือที่ใช้

- เครื่องกลึง
- เครื่องกัด
- มีดกลึงปอก

- ตะไบ

วิธีการสร้าง

- นำเหล็กเพลากลมตันขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางนอก 30 มม. ยาว 440 มม.
- กลึงเพลาส่งกำลังหลัก ให้ได้ขนาดตามแบบที่กำหนด J0122-1
- นำไปกัดร่องลิ้นขนาด กว้าง 8 มม. ลึก 4 มม. ยาว 35 มม.



รูปที่ 3.12 เพลาลูกที่เสร็จสมบูรณ์

3.5.5 เพลายึดชุดใบมีด



รูปที่ 3.13 แบบเพลายึดชุดใบมีด

วัสดุที่ใช้

- เหล็ก S42 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 19x170 มิลลิเมตร จำนวน 2 ชิ้น

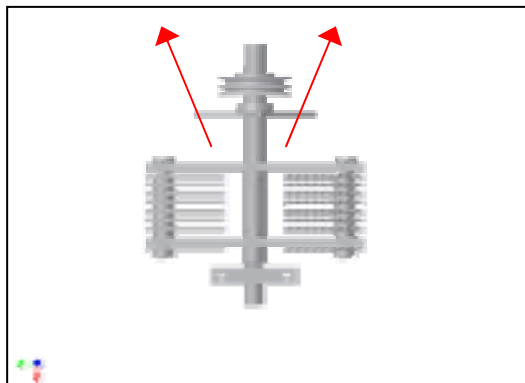
เครื่องมือที่ใช้

- เครื่องกลึง

- เครื่องกัด
- เครื่องเจาะตั้ง
- ดอกสว่าน ขนาด 5 มิลลิเมตร
- มีดกลึง

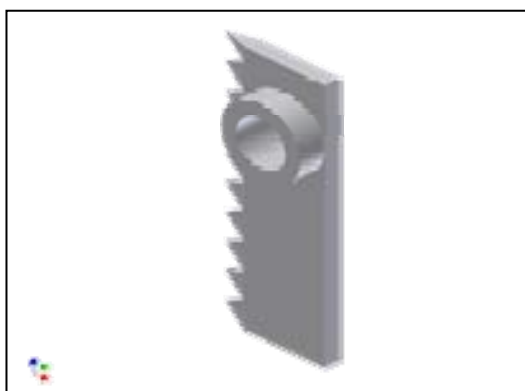
วิธีการสร้าง

- เตรียมวัสดุทำเพลายึดชุดใบมีดจำนวน 2 ชิ้น
- กลึงให้ได้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 19 มม. ยาว 170 มม. เจาะรูขนาด 5 มม.
- กลึงเพลายึดชุดใบมีดให้ได้ขนาดตามแบบกำหนด J012-2



รูปที่ 3.14 เพลายึดชุดใบมีดที่เสร็จสมบูรณ์

3.5.6 ชุดมีดหั่นย่อยเศษไม้มะม่วง



รูปที่ 3.15 แบบใบมีดตัด

วัสดุที่ใช้

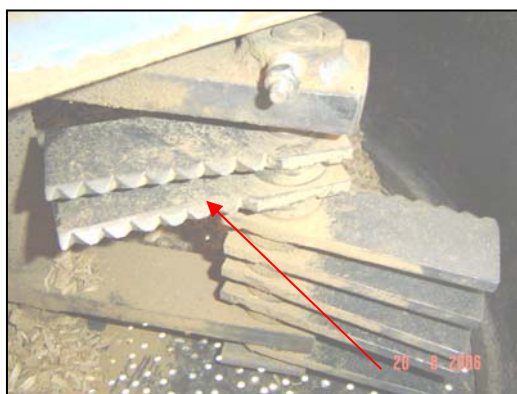
- เตรียมวัสดุ St 42 ขนาด 50 x 110 x 6 มิลลิเมตร จำนวน 16 ชิ้น

เครื่องมือที่ใช้

- เครื่องเลื่อย
- เครื่องเจาะตັง
- ดอกสว่านขนาด 19 มิลลิเมตร
- เครื่องไส
- เครื่องเจียรระไนตັง
- เครื่องกลึง
- มีดกลึง
- เครื่องเชื่อมไฟฟ้า

วิธีการสร้าง

- เตรียมวัสดุเหล็ก ขนาด 50x110x6
- ตัดเหล็กจำนวน 14 ชิ้น ให้ได้ตามขนาดที่ระบุตามแบบ J014
- ทำการเจาะรูให้ได้ขนาด 19 มม. และระยะตามแบบ J014
- ทำการไสขอบข้างทำคมลึก 10 มม. พร้อมทำมุม 60 องศา และนำไปเจียรระไนคม ทั้ง 2 ด้านเตรียมวัสดุเหล็กกลวง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางนอก 30 มม. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใน 15 มม. หนา 9 มม.
- นำไปกลึงให้ได้ขนาดตามแบบ J014
- แล้วนำไปเชื่อมด้วยเครื่องเชื่อมไฟฟ้า ติดกับใบมีด



รูปที่ 3.16 ใบมีดตัดที่เสร็จสมบูรณ์

3.5.7 ชุดยึดใบมีดบน และชุดยึดใบมีดล่าง



รูปที่ 3.17 แบบชุดยึดใบมีดบน



รูปที่ 3.18 แบบชุดยึดใบมีดล่าง

วัสดุที่ใช้

- เหล็กSt37 ขนาด 40x15x300 มิลลิเมตร จำนวน 2 ชิ้น
- เหล็กท่อนกลวง St37 ขนาด เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 19 มิลลิเมตร นอก 30 มิลลิเมตร หนา 9 มิลลิเมตร

เครื่องมือที่ใช้

- เครื่องเลื่อยไฟฟ้า
- เครื่องเจาะตึง
- ดอกสว่าน ขนาด 19 มิลลิเมตร และ ขนาด 5 มิลลิเมตร
- เครื่องกลึง
- เครื่องเชื่อมไฟฟ้า

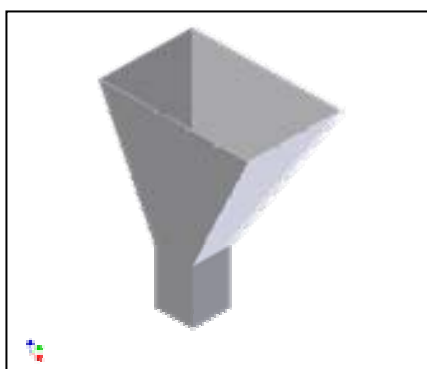
วิธีการสร้าง

- เตรียมวัสดุ เหล็ก St.37 จำนวน 2 ชิ้น
- นำไปตัดให้ได้ขนาด 40x15x300 ขนาดตามแบบ J013-1 , J013-2
- ทำการเจาะรู 19 มม. ทั้งสองชิ้นด้านที่ยึดกับเพลายึดใบมีดตามแบบ และเจาะรูตรงกลางทั้งสองชิ้น เท่ากับ 30 มม.
- เตรียมเหล็กท่อนกลวง จำนวน 2 ชิ้น
- นำไปกลึงให้ได้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางนอก 30 มม. ใน 19 มม. หนา 9 มม. ขนาดตามแบบ และเจาะรูใส่สลัก 5 มม. และนำไปประกอบติดกับชุดยึดใบมีดบนโดยการเชื่อมไฟฟ้า



รูปที่ 3.19 ชุดยึดใบมีดบน และชุดยึดใบมีดล่างเสร็จสมบูรณ์

3.5.8 ช่องป้อนเศษไม้มะม่วง



รูปที่ 3.20 แบบของช่องป้อนเศษไม้มะม่วง

วัสดุที่ใช้

- เหล็กแผ่น St37 ขนาด 500x500x2 มิลลิเมตร จำนวน 1 ชิ้น
- กล่องเหล็กแผ่น ขนาด 80x80x120 มิลลิเมตร จำนวน 1 ชิ้น

เครื่องมือที่ใช้

- เครื่องตัดโลหะ
- เครื่องเชื่อมไฟฟ้า
- เครื่องพับเหล็กแผ่น
- เครื่องเจียรไนมือ

วิธีการสร้าง

- เตรียมเหล็กแผ่น St37 ขนาด 500x500x2 มม. นำไปตัด และเชื่อมไฟฟ้าประกอบเข้ากันเป็นทรงกรวย ทำมุมกับเครื่องเท่ากับ 65 องศา ตามแบบ J009
- เตรียมกล่องเหล็กขนาด 80x80x120 มม. นำไปเชื่อมต่อกับกรวยช่องเดิม



รูปที่ 3.21 ของช่องป้อนเศษไม้มะม่วงที่เสร็จสมบูรณ์

3.5.9 ชุดจานกรองเศษไม้มะม่วง



รูปที่ 3.22 แบบจานกรองเศษไม้มะม่วง

วัสดุที่ใช้

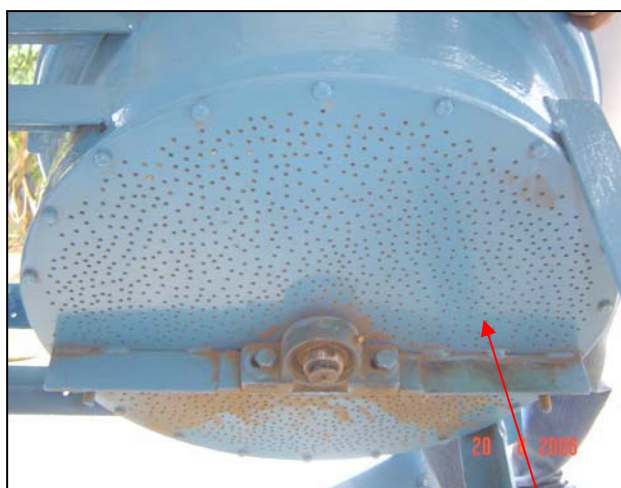
- เหล็กแผ่น S๓7 ขนาด 500X3 มิลลิเมตร จำนวน 1 ชิ้น

เครื่องมือที่ใช้

- เครื่องเชื่อมแก๊ส
- เครื่องเจียรในมือ
- เครื่องเจาะตั้ง
- ดอกสว่าน ขนาด 3 มิลลิเมตร และขนาด 5 มิลลิเมตร

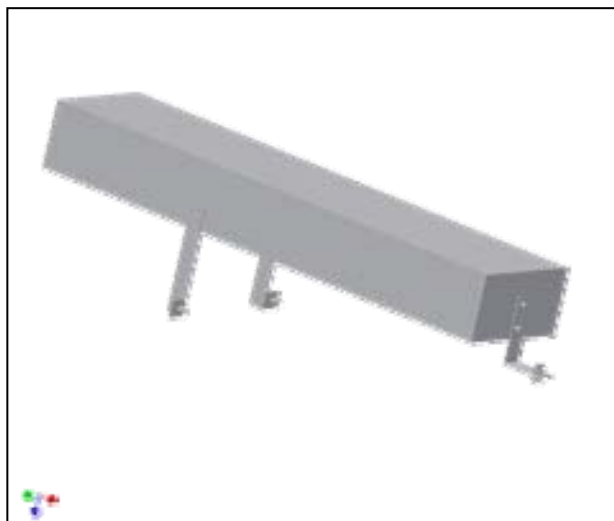
วิธีการสร้าง

- เตรียมวัสดุเหล็กแผ่น ขนาด 500x3 มม.
- ทำการขึ้นรูปโดยนำไปเจาะรูตรงกลางด้วยแก๊ส ขนาด 25 มม. และลบคมด้านข้างด้วยเครื่องเจียรในมือ
- ทำการเจาะรูยึดกับตัวถังป็น ขนาด 5 มม. จำนวน 12 รู และเจาะรูปล่อยเศษขนาด 3 มม. ทัวแผ่น
- นำไปเชื่อมประกอบกับแผ่นเหล็กยึดแบริง



รูปที่ 3.23 งานกรองเศษไม้มะม่วงที่เสร็จสมบูรณ์

3.5.10 ชุดครอบสายพาน



รูปที่ 3.24 แบบฝาครอบชุดสายพาน

วัสดุที่ใช้

- วัสดุเหล็ก St37 ให้ได้ขนาด 750 x 400 x 1 มิลลิเมตร จำนวน 1 ชิ้น
- เหล็กเส้น St37 ขนาด L15x40x2 มิลลิเมตร จำนวน 3 ชิ้น

เครื่องมือที่ใช้

- เครื่องตัดโลหะ
- เครื่องเชื่อมไฟฟ้า
- เลื่อยมือ
- เครื่องเจาะตั้ง
- ดอกสว่านขนาด 6 มิลลิเมตร

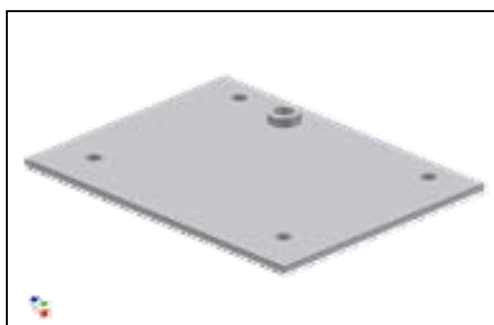
วิธีการสร้าง

- เตรียมวัสดุเหล็ก St37 ให้ได้ขนาด 750x400x1 มม. เพื่อใช้ทำเป็นฝาครอบมอเตอร์
- นำไปพับ และเชื่อมไฟฟ้าประกอบหัวท้าย
- ระบุตำแหน่งการเจาะรูฝาครอบ ระยะตามแบบ J010
- เจาะรูขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 มม. ตามตำแหน่งที่ทำการหมายไว้
- นำขาคีมที่เตรียมไว้ประกอบเข้าไปด้วยสกรู m6x1.5 มม. ทางด้านข้างทั้งสองด้าน



รูปที่ 3.25 ฝาครอบชุดสายพานที่เสร็จสมบูรณ์

3.5.11 แผ่นฐานยึดมอเตอร์



รูปที่ 3.26 แบบฐานยึดมอเตอร์

วัสดุที่ใช้

- แผ่นเหล็ก St37 ขนาด 200x260x9 มิลลิเมตร จำนวน 1 ชิ้น
- เหล็กท่อนกลมตัน St37 ขนาด 25x50 มิลลิเมตร จำนวน 2 ชิ้น

เครื่องมือที่ใช้

- เครื่องกลึง
- มีดกลึง
- เครื่องเจาะตั้ง
- ดอกสว่าน ขนาด 12 มิลลิเมตร
- เครื่องเชื่อมไฟฟ้า
- เครื่องเจียรในมือ

วิธีการสร้าง

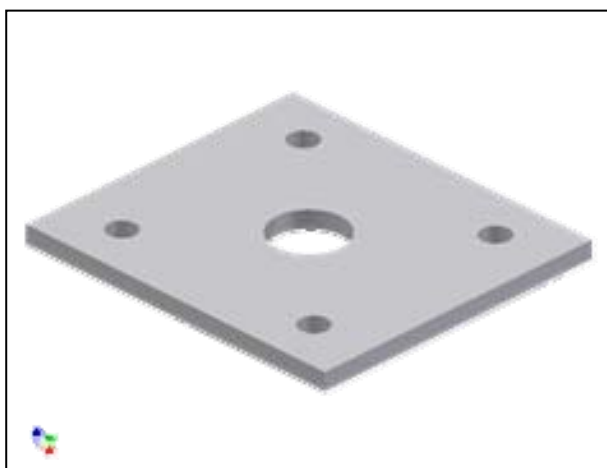
- เตรียมแผ่นเหล็ก St37 ขนาด 200x260x9 มม. จำนวน 1 ชิ้น
- เหล็กท่อนกลมตัน St37 25x50 มม. จำนวน 2 ชิ้น

- นำเหล็กเพลากลมไปกลึงปอกให้ได้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 14 มม. ลึก 20 มม. ตามแบบ J015-14
- ทำการระบุตำแหน่งเจาะรูบนแผ่นเหล็กตามแบบ J016
- เจาะรูขนาด 12 มม. จำนวน 4 รูตามแบบ
- นำเหล็กเพลากลมไปประกอบเข้ากับตัวแผ่นเหล็กยึดมอเตอร์ด้วยการ เชื่อมไฟฟ้า



รูปที่ 3.27 ฐานยึดมอเตอร์ที่เสร็จสมบูรณ์

3.5.12 แผ่นยึดชุดพูลเลย์



รูปที่ 3.28 แบบแผ่นยึดพูลเลย์

วัสดุที่ใช้

- เหล็กแผ่น S37 ขนาด 125x140x9 มิลลิเมตรจำนวน 1 ชิ้น

เครื่องมือที่ใช้

- เครื่องเจาะตั้ง
- ดอกสว่าน ขนาด 12 มิลลิเมตร
- เครื่องกลึง
- มีดกลึงคว้าน
- เครื่องเชื่อมไฟฟ้า
- เครื่องเจียรระโนมือ

วิธีการสร้าง

- เตรียมเหล็กแผ่น ขนาด 125x140x9 มม. จำนวน 1 ชิ้น
- ทำการระบุตำแหน่งในการเจาะรู
- ทำการคว้านตรงกลางขนาด 30 มม.
- ทำการเจาะรูขนาด 12 มม. ทั้ง 4 ด้าน ตามแบบ J017
- นำไปประกอบกับแผ่นฐานตัวถังปืนที่สร้างขึ้นด้วยการเชื่อมไฟฟ้า



รูปที่ 3.29 แผ่นยึดชุดพูลเลย์ที่เสร็จสมบูรณ์

3.6 การทดสอบผล

ทำการทดสอบโดยใส่เศษไม้มะม่วงครั้งละ 1 กิโลกรัม ทำการเก็บผล 10 ครั้ง และใส่เศษไม้มะม่วง เพิ่มขึ้นเป็น 2 , 3 , 4 และ 5 กิโลกรัม ตามลำดับ การทดสอบผลโดยเศษไม้ที่ใส่เพิ่มขึ้นทุก ๆ 1 กิโลกรัม จะมีการเก็บผล 10 ครั้ง โดยมีปัจจัย 2 ปัจจัย ปัจจัยแรก คือ ปริมาณเศษไม้มะม่วงที่ใส่แต่ละครั้ง (กิโลกรัม) ปัจจัยที่สอง คือการทดลองแต่ละครั้ง รายละเอียดในการเก็บผลได้แสดงผลการทดสอบที่ได้ไว้ในบทที่ 4

3.7 การสรุปผลการทดลอง

หลังจากที่ทำการทดสอบผลเรียบร้อยแล้ว ได้มีการนำค่าการทดสอบผลในบทที่ 4 มาทำการวิเคราะห์ผลการทดลอง และเปรียบเทียบกับเป้าหมายที่ได้ตั้งไว้รวมถึงการแก้ไขปรับปรุง และได้สรุปรายละเอียดทั้งหมดไว้ในบทที่ 5

บทที่ 4

การทดสอบและวิเคราะห์ผลการทดสอบ

หลังจากได้ดำเนินการสร้างเครื่องย่อยเศษไม้มะม่วง เป็นอันเสร็จเรียบร้อยแล้ว จึงได้ทำการทดลองการทำงานของเครื่องเพื่อทำการหาประสิทธิภาพ วิเคราะห์ผลการทดลองที่ได้ว่าสามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่ เพื่อทำการแก้ไขปรับปรุง และสรุปผลของโครงการต่อไป

4.1 วัตถุประสงค์ของการทดสอบ

- 1) ได้เครื่องย่อยเศษไม้มะม่วง ที่มีประสิทธิภาพเหมาะสมแก่การใช้งาน
- 2) เพื่อหาอัตราการใช้ โดยใช้เครื่องย่อยเศษไม้มะม่วง
- 3) เพื่อหาจุดบกพร่องของเครื่องย่อยเศษไม้มะม่วง
- 4) เพื่อปรับปรุงและแก้ไขจุดบกพร่องของชิ้นส่วน และอุปกรณ์ต่างๆ

4.2 ขั้นตอนในการทดสอบ

- 1) เตรียมอุปกรณ์ในการทดลองทั้งหมด
- 2) ตรวจสอบความเรียบร้อยของเครื่อง และอุปกรณ์
- 3) เตรียมวัตถุดิบในการทดลอง
- 4) ใส่อุปกรณ์ต่างๆกับตัวเครื่อง
- 5) เปิดสวิตช์เพื่อให้เครื่องทำงาน
- 6) เมื่อเครื่องทำงานเต็มกำลัง นำวัตถุดิบที่เตรียมไว้แล้วใส่ลงในช่องรับ
- 7) บันทึกเวลาที่ใช้ในการย่อย และปริมาณที่ได้ในช่วงเวลาหนึ่ง
- 8) ปิดสวิตช์เครื่อง และวัดขนาดของเศษวัสดุที่ผ่านการย่อย

4.3 วัสดุ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

- 1) เครื่องย่อยเศษไม้มะม่วง
- 2) เศษไม้มะม่วง
- 3) เครื่องชั่งน้ำหนัก
- 4) นาฬิกาจับเวลา
- 5) เวอร์เนียคาลิเปอร์
- 6) กล้องถ่ายภาพ
- 7) ถังใส่เศษ

4.4 ข้อมูลและผลการทดลอง

วัตถุดิบที่นำมาใช้ในการทดลอง คือเศษไม้มะม่วงที่มีขนาด 5-20 มม. โดยข้อมูลที่ต้องการทราบคือขนาด และปริมาณที่ได้ในช่วงเวลาหนึ่ง โดยจะนำผลการย่อยแต่ละครั้งมาหาค่าเฉลี่ยของผลที่ได้ตรงกับความต้องการหรือไม่

4.4.1 การทดลองย่อยเศษไม้มะม่วง

การทดลองใช้เศษไม้มะม่วงใส่ครั้งละ 1 กิโลกรัม และเพิ่มขึ้นทุกๆ 1 กิโลกรัมจะได้ข้อมูลตามตารางที่ 4.2

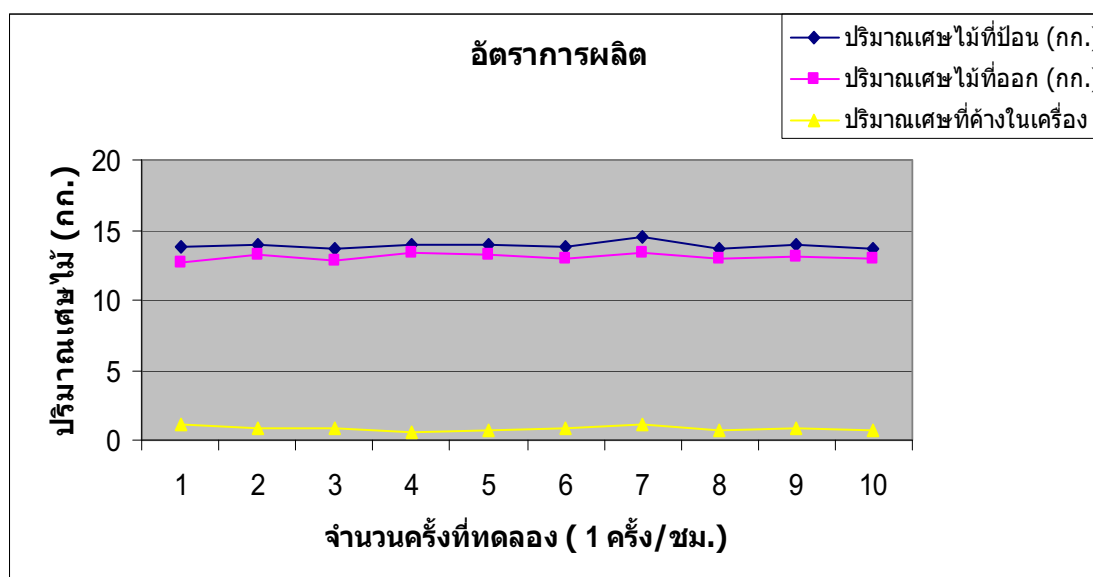
ตารางที่ 4.1 แสดงผลการทดลอง

เก็บผลที่ 5 นาที	จำนวนครั้งที่ใส่เศษไม้มะม่วง										
เศษที่ใส่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	ค่าเฉลี่ย
1 Kg.	0.45	0.47	0.5	0.49	0.5	0.48	0.47	0.49	0.5	0.49	0.48
2 Kg.	0.68	0.69	0.71	0.67	0.72	0.69	0.71	0.72	0.69	0.7	0.7
3 Kg.	0.9	0.91	0.89	0.9	0.92	0.89	0.88	0.91	0.9	0.89	0.9
4 Kg.	1.13	1	1.11	1.14	1.12	1.1	1	1.15	1.09	1.15	1.1
5 Kg.	1.25	1.23	1.22	1.19	1.25	1.23	1.2	1.24	1.21	1.29	1.23

จากตารางที่ 4.1 จะเห็นได้ว่าสัดส่วนเศษไม้ที่ใส่เข้า ระหว่าง 1-4 กิโลกรัม จะมีสัดส่วนเศษไม้ที่ออกมาด้วยสัดส่วนที่เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ แต่ถ้าใส่เศษไม้ในปริมาณ 5 กิโลกรัม มีสัดส่วนเศษไม้ที่ออกเพิ่มขึ้นด้วยสัดส่วนที่เพิ่มขึ้นเล็กน้อย จึงพอสรุปได้ว่า อัตราป้อนในช่วง 1-4 กิโลกรัมเป็นช่วงที่เหมาะสม ดังนั้นจึงได้ทำการทดลองเก็บผลโดยการใส่เศษไม้ ด้วยการรักษาระดับเศษไม้ให้มีปริมาณเศษไม้ในถังย่อยเศษไม้อยู่ในระดับต่ำไม่ควรน้อยกว่า 1 กิโลกรัม และไม่ควรมากเกินไปกว่า 4 กิโลกรัมจะได้ตารางการทดลองตามตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 อัตราผลผลิตใน 1 ชั่วโมง

จำนวนครั้ง/ ชั่วโมง	ปริมาณเศษไม้ได้ด้วยการป้อน เศษแบบต่อเนื่องใน 1 ชั่วโมง	ปริมาณเศษไม้ออกจาก เครื่องใน 1 ชั่วโมง	ปริมาณเศษไม้ที่ค้าง ในเครื่อง
1	13.8	12.7	1.1
2	14	13.2	0.8
3	13.6	12.8	0.8
4	14	13.4	0.6
5	14	13.3	0.7
6	13.8	12.9	0.9
7	14.5	13.4	1.1
8	13.7	13	0.7
9	13.9	13.1	0.8
10	13.6	12.9	0.7
ค่าเฉลี่ย	13.89	13.07	0.82



กราฟที่ 4.1 กราฟแสดงผลการทดลองย่อยเศษไม้มะม่วง

4.4.2 วิเคราะห์ผลการทดลอง

จากการทดสอบการเก็บผลในขั้นตอนสุดท้ายโดยการป้อนเศษไม้มะม่วงในช่วงปริมาณ 1-4 กิโลกรัม ด้วยการทดลองด้วยระยะเวลา 1 ชั่วโมง/ครั้ง ทำการทดลอง 10 ครั้ง จะได้ค่าเฉลี่ยเศษไม้ที่ผ่านการย่อย 13.07 กิโลกรัม / ชั่วโมง ถ้าเครื่องทำงานต่อเนื่องใน 1 วัน เท่ากับ 8 ชั่วโมงจะได้ผลผลิตต่อวันเท่ากับ 104.56 กิโลกรัม โดยเศษขี้เลื่อยอย่างพาราที่ซื้อมามีขนาดเฉลี่ยที่ 2.43 มิลลิเมตร ส่วนเศษไม้มะม่วงที่ย่อยนั้นมีขนาดเฉลี่ยที่ 2.01 มิลลิเมตร



รูปภาพที่ 4.1 ภาพการเปรียบเทียบเศษไม้มะม่วงที่ได้จากเครื่องกับไม้พารา

4.5 การวิเคราะห์ผลการทดลอง

4.6.1 การวิเคราะห์การทำงานของเครื่อง

จากการทดลองหั่นย่อยเศษไม้มะม่วงนั้น ชุดมิดค้อยสามารถทำงานได้ดี เนื่องจากออกแบบให้มีจุดหมุนให้ใบมีดหมุนรอบตัวเอง เมื่อเกิดแรงดันจากการหั่นย่อยทำให้ผลกระทบที่เกิดขึ้นกำลังขับเคลื่อนของเครื่องจกมีน้อย และการเสียหายของใบมีดจากการกระแทกก็มีน้อยตามไปด้วย จากการทดลองหั่นย่อยเศษไม้มะม่วงผลปรากฏว่า มิดค้อยมีประสิทธิภาพการทำงานได้ดีเมื่อเติมเศษไม้มะม่วงเข้าไปในช่วง 1-4 กิโลกรัม

4.6.2 การวิเคราะห์ความปลอดภัยของเครื่อง

เครื่องหั่นย่อยเศษไม้มะม่วงมีการหมุนที่ความเร็วรอบสูง ในขณะที่ทำงานผู้ปฏิบัติงานกับเครื่องควรใช้อุปกรณ์ในการป้องกันวัตถุอันตรายเข้าสู่ห้องย่อยรวมทั้งใช้อุปกรณ์ความปลอดภัยส่วนบุคคลทั้งแว่นตานิรภัย และผ้าครอบจมูกเนื่องจากวัตถุอันตรายอาจมีการกระเด็น และจากการย่อยซึ่งผลผลิตที่ออกมามีความละเอียดมากทำให้เกิดฝุ่นละอองรวมทั้งในขณะที่เครื่องกำลังทำงานไม่ควรให้บุคคลใดเข้าใกล้ทุกส่วนที่มีการเคลื่อนที่ เพราะอาจจะทำให้เกิดอันตรายได้

4.6.3 การวิเคราะห์ผลการทดลอง ประสิทธิภาพการทำงาน

อัตราความเร็วของการหั่นย่อยเศษไม้มะม่วงด้วยเครื่อง

$$480 \text{ นาที} = 104.56 \text{ กิโลกรัม / วัน}$$

การวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายของเครื่องหั่นย่อยเศษไม้มะม่วง และ

ผลที่ได้จากการคำนวณกระแสไฟฟ้า โดยคิดจากกระแสสตาร์ท เท่ากับ 175 แอมป์เซ็นต์ ของ
กระแสขณะหมุนในสภาวะโหลดสูงสุด

ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{กระแสขณะหมุนโหลดสูงสุด} \quad I &= 13 / 1.75 \\ &= 7.43 \text{ แอมแปร์} \end{aligned}$$

$$\text{เมื่อ} \quad P = VI$$

$$\begin{aligned} \text{กำลังขณะหมุนในสภาวะโหลดสูงสุด} \quad P &= 220 \times 7.43 \\ &= 1634.6 \text{ วัตต์} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ใช้เวลาเครื่องจักรทำงาน 1 ชั่วโมง} &= 1634.6 \times 1 \\ &= 1634.6 \text{ วัตต์ / ชั่วโมง} \end{aligned}$$

$$1 \text{ ยูนิต เท่ากับ } 1000 \text{ วัตต์ / ชั่วโมง} = 2.287 \text{ บาท / ยูนิต}$$

การคำนวณใช้ค่าไฟฟ้ามาตรฐานประเภทอัตราค่าไฟฟ้า 11 (บ้านอยู่อาศัยขนาดใหญ่)
แรงดัน (ระดับแรงดันต่ำกว่า 22 กิโลวัตต์)

$$\begin{aligned} \text{ค่าไฟฟ้าที่ใช้ใน 1 ชั่วโมง สูงสุด} &= (1,634.6 / 10,000) \times 2.287 \\ &= 3.74 \text{ บาท / ชั่วโมง} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ค่าไฟฟ้าที่ใช้ใน 1 วัน สูงสุด} &= 3.74 \times 8 \\ &= 29.91 \text{ หรือ } 30 \text{ บาท / วัน} \end{aligned}$$

2) ค่าใช้จ่ายที่ซื้อเศษไม้ยางพารา

$$1 \text{ กิโลกรัม} = 6 \text{ บาท}$$

$$100 \text{ กิโลกรัม / วัน} = 600 \text{ บาท}$$

3) เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการหั่นย่อยระหว่างเครื่องหั่นย่อยเศษไม้มะม่วงกับการรับซื้อ

$$\text{ค่าใช้จ่ายในการจ้างแรงงาน} = 150 \text{ บาท / เดือน}$$

$$\text{ค่าใช้จ่ายสำหรับการหั่นย่อยด้วยเครื่อง} = 900 \text{ บาท / เดือน}$$

$$\text{ค่าใช้จ่ายสำหรับการซื้อไม้ยางพารา 3,000 กิโลกรัม} = 18,000 \text{ บาท / เดือน}$$

4) ค่าเสื่อมราคาของเครื่องแบบทางตรง

กำหนดค่าซากเครื่อง	3,000 บาท
อายุการใช้งาน	5 ปี
ราคาเครื่องจักร	20,000 บาท
ค่าเสื่อมราคาทั้งหมด	= ราคาทรัพย์สิน – ค่าซาก
	= (20,000 – 3,000) บาท / 5 ปี
	= 3,000 บาท ในปี 5

5) ระยะเวลาคืนทุน = ราคาเครื่องจักร / ค่าใช้จ่ายต่อเดือน

ราคาเครื่องจักร	= 20,000 บาท
ระยะเวลาคืนทุน	= 20,000 / (900+3600)
	= 4.4 เดือน หรือประมาณ 5 เดือน

ตารางที่ 4.3 เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายระหว่างการรับซื้อไม้อย่างพารา กับเศษไม้มะม่วงจากเครื่องย่อย

ไม้อย่างพาราที่รับซื้อ	ราคา(บาท)/เดือน	เศษไม้มะม่วงจากเครื่อง	ราคา(บาท)/เดือน
ค่าวัตถุดิบ / 3 ต้น	18,000	ค่าวัตถุดิบ / 3 ต้น	-
ค่าน้ำ+ค่าไฟ	-	ค่าน้ำ+ค่าไฟ	900
ค่าจ้างแรงงาน	-	ค่าจ้างแรงงาน	3,600
-	-	ค่าเครื่อง / เดือน	283
รวมค่าใช้จ่าย / เดือน	18,000	รวมค่าใช้จ่าย / เดือน	4,783

บทที่ 5

สรุปผลการทดสอบ และข้อเสนอแนะ

จากการดำเนินการสร้างเครื่องย่อยเศษไม้มะม่วง ตั้งแต่ต้นจนกระทั่งเครื่องเสร็จสมบูรณ์ และเมื่อทดสอบการความสามารถในการใช้งานแล้ว จัดได้ว่าใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพเมื่อเปรียบเทียบกับขนาดของ เครื่องและต้นทุนในการสร้าง โดยเครื่องที่สร้างขึ้นนอกจากจะสามารถย่อยเศษไม้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ แล้ว ยังสามารถใช้งานได้สะดวกและง่าย โดยใช้ผู้ปฏิบัติงานเพียงคนเดียวก็สามารถปฏิบัติงานได้แล้ว ทั้งนี้เป็นผลสืบเนื่องมาจากความพิถีพิถันในขั้นตอนตั้งแต่การออกแบบ จนเสร็จสิ้นกระบวนการทั้งหมด โดยผู้ปฏิบัติงานสามารถป้อนวัตถุดิบเข้าเครื่องได้ง่าย รวมถึงการปรับความตึงของสายพานก็สามารถทำได้โดยง่ายเช่นกัน และเครื่องได้ถูกออกแบบให้สามารถเปลี่ยนใบมีดได้ เมื่อผ่านการใช้งานเป็นเวลานานจนใบมีดเสื่อมสภาพ รวมทั้งระดับความสูงของเครื่องยังมีความเหมาะสมกับผู้ปฏิบัติงานอีกด้วย

5.1 สรุปผลการทดสอบเครื่องย่อยเศษไม้มะม่วง

สมรรถนะของเครื่องย่อยเศษไม้มะม่วงที่ได้ ใช้อัตราความเร็วรอบ 5 แรงม้า 1,450 รอบต่อนาที เป็นต้น กำลังในการขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ที่มีความเร็วรอบของชุดมอเตอร์ 906 รอบต่อนาที สามารถย่อยเศษไม้มะม่วงได้เฉลี่ย 13.07 กิโลกรัม ต่อ 1 ชั่วโมงหรือประมาณ 104.56 กิโลกรัม ต่อ 8 ชั่วโมง และเศษไม้มะม่วงที่ได้จากการย่อยจะมีขนาดประมาณ 0.5-3 มิลลิเมตร ทางด้านเสียงที่เกิดขึ้นขณะปฏิบัติงานนั้นค่อนข้างอยู่ในระดับที่พอใจ ยอดผลิตเป็นไปได้ตามเป้าหมาย

5.2 ปัญหาที่พบในการดำเนินงาน

- 5.2.1 เครื่องจักรที่ใช้งานมีไม่ครบจึงทำให้การปฏิบัติงานค่อนข้างลำบาก
- 5.2.2 เนื่องจากขาดประสบการณ์ในเรื่องนี้จึงทำให้มีการแก้ไขปรับปรุงเครื่องหลายครั้ง
- 5.2.3 การปฏิบัติงานไม่เป็นไปตามที่ได้วางแผนไว้เนื่องจากเครื่องจักร และอุปกรณ์ที่ใช้ไม่สามารถใช้ได้อย่างเต็มที่
- 5.2.4 ความผิดพลาดในการผลิตชิ้นส่วนในแต่ละชิ้นยังไม่มีมาตรฐาน และต้องดัดแปลงแก้ไขอยู่เสมอทำให้สูญเสียเวลาในการปฏิบัติงาน

5.3 ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง

เครื่องย้อยเศษไม้มะม่วงที่สร้างขึ้นนี้ จัดได้ว่าเป็นเครื่องที่สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและสามารถใช้งานได้ง่าย แต่ก็ยังมีบางจุดที่สามารถปรับปรุงเพื่อให้เครื่องมีลักษณะการใช้งานที่

สมบูรณ์ยิ่งขึ้นอีก โดยมีจุดที่ควรปรับปรุงดังต่อไปนี้

5.3.1 ต้องปรับปรุงใบมีดเนื่องจากไสร่องลึกเกินไปทำให้การตัดเนื้อเศษไม้ไม่ดีเท่าที่ควร

5.3.2 ทำช่องทางเข้าให้ใหญ่ขึ้น เนื่องจากเครื่องนี้ทำไว้เล็กเกินไปจึงทำให้เศษมีการติดขัดบ้าง

5.4 ข้อเสนอแนะและข้อควรระวังในการใช้งาน

1. ก่อนเปิดสวิตช์ให้เครื่องทำงาน ควรตรวจสอบความเรียบร้อยของเครื่องทุกครั้ง
2. ควรรอให้มอเตอร์หมุนเต็มกำลังความเร็วรอบก่อนแล้วจึงค่อยใส่เศษไม้มะม่วงลงไป
3. ระวังอย่าให้วัสดุแข็งปะปนไปกับวัตถุดิบ เพราะอาจจะส่งผลให้เกิดความเสียหายได้
4. ไม่ควรถอดฝาครอบสายพานออก ขณะเครื่องกำลังทำงาน และหลังจากถอดเพื่อที่จะทำการซ่อมแซมหรือประกอบเครื่องเข้าอย่างเดิมทุกครั้ง

บทความสำหรับเผยแพร่

โครงการ การใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมในการลดขนาดหรือย่อยเศษไม้มะม่วงให้ได้ขนาดที่เหมาะสมกับการเพาะเลี้ยงเห็ด APPROPRIATE TECHNOLOGY TO DECREASE SIZE OF WOOD PARTICLE FOR MUSHROOM PROCESS

นายวิสุทธิ บัวเจริญ สังกัด คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา วิทยาเขตภาคพายัพ

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้เป็นการออกแบบและสร้างเครื่องย่อยเศษไม้มะม่วง โดยตอบสนองความต้องการของเกษตรกรที่เพาะปลูกเห็ด กลุ่มหมู่บ้านแพน อ.สันกำแพง ที่ต้องการเศษไม้มะม่วงหลังการย่อยจนละเอียดเพื่อนำไปเพาะปลูกเห็ด เพื่อลดต้นทุนในการสั่งซื้อวัตถุดิบจากที่อื่น ซึ่งในปัจจุบันทางกลุ่มได้เศษไม้มะม่วงมาโดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายใดๆ แต่เนื่องจาก มีขนาดใหญ่จึงไม่สามารถนำมาใช้ได้ ในทันที ทางกลุ่มจึงต้องการที่จะนำเศษไม้มะม่วงในส่วนนั้นนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ เพื่อลดต้นทุนในการสั่งซื้อวัตถุดิบชนิดนี้

การสร้างเครื่องย่อยเศษไม้ สามารถที่จะย่อยเศษไม้มะม่วงจากขนาดประมาณ 5-20 มิลลิเมตร ให้เหลือขนาดโดยเฉลี่ยเท่ากับ 2.01 มิลลิเมตร มีอัตราการย่อยโดยเฉลี่ยเท่ากับ 13.10 กิโลกรัม ต่อชั่วโมง หรือประมาณ 104.80 กิโลกรัม ต่อวัน ทั้งยังสามารถลดต้นทุนการผลิตจากปกติ 18,000 บาท ต่อเดือน เหลือเพียง 5,083 บาทต่อเดือน

สรุปได้ว่าการสร้างเครื่องย่อยเศษไม้มะม่วงสามารถช่วยเกษตรกรที่เพาะปลูกเห็ด กลุ่มหมู่บ้านแพน อ.สันกำแพง ลดต้นทุนการผลิตได้ และยังสามารถนำวัตถุดิบที่เหลือใช้นั้นให้เกิดประโยชน์ ทั้งยังเป็นการส่งเสริมผลผลิตทางการเกษตรให้มีคุณภาพ และปริมาณผลผลิตที่สูงขึ้น

This Project is about designing and building a Decompose a pieces of scrap mango wood machine for Phahan Sankamphang Chiangmai's mushroom agriculturist. Principle of this project is decrease production cost and all expense to make more profit by modify the scrap mango wood in their own instant of import the material from another place. Due to the scrap mango wood is so large and inconvenience to use , their will prepare by decompose it before using.

This machine can decompose the pieces of wood that 5-20 mm. to be 2.01 mm. and it can decompose the piece of wood around 13.10 hgs. Per hour or around 104.80 kgs. Per day . This mean their can reduce actual cost from 18,000 baht per month to be 5,083 baht per month.

This machine is very usefulness for the mushroom agricultural by decrease production cost and reduce lead time for their process. Also, they can make more profit by use the scrap wood and it belong to the good environment.

ความเป็นมาของโครงการ

เนื่องจากปัจจุบันได้มีการเพาะเห็ดอย่างแพร่หลายในกลุ่มหมู่บ้านต่างๆ ในหลายๆ ภูมิภาคของประเทศไทย เพราะผลผลิตที่ได้สามารถสร้างรายได้ให้กับกลุ่มเพาะเห็ดได้เป็นอย่างดี แต่ปัญหาที่พบนั้นส่วนใหญ่จะเป็นเรื่องของวัตถุดิบที่ใช้ในการเพาะปลูก คือเห็ดขอนไม้ที่ต้องใช้เศษขี้เลื่อยของไม้เนื้ออ่อนเช่น ไม้ยางพารา ไม้มะม่วง ไม้ฉำฉา เป็นต้น เนื่องจากภายในพื้นที่ของ หมู่บ้านผาแหวนนั้นภายในหมู่บ้านไม่มีอุตสาหกรรมทางด้านการทำไม้ที่ทำให้ได้เศษขี้เลื่อยได้หรือที่ได้ก็จะเป็นเศษไม้จากการแกะสลักที่เป็นอุตสาหกรรมหลักอย่างหนึ่งภายในพื้นที่ หรือ พื้นที่ใกล้เคียง แต่เศษที่ได้นั้นจะมีขนาดใหญ่ไม่สามารถนำมาทำการเพาะปลูกได้ ทำให้ต้องสั่งซื้อไม้จากต่างจังหวัด เป็นเศษขี้เลื่อยของไม้ยางพาราซึ่งมีราคาแพงยิ่งราคาการขนส่งที่สูงขึ้นทำให้ต้นทุนในการผลิตสูงขึ้นตามไปด้วยทำให้ต้องขึ้นราคาเห็ดแต่การขึ้นราคาขายเห็ดทำให้ไม่สามารถที่จะแข่งขันกับตลาดที่เขามียุติต้นทุนต่ำกว่าและขายในราคาที่ถูกลงได้ดังนั้นการจะแก้ปัญหาในจุดนี้ได้ดีที่สุดคือการลดต้นทุนในการผลิตให้ต่ำลง

ปัจจุบันกลุ่มเกษตรกรเพาะเห็ดขอนไม้หมู่บ้านผาแหวน อ.สันกำแพงประสบปัญหาเรื่องราขี้เลื่อยไม้ยางพาราที่นำมาใช้เป็นส่วนประกอบในการทำก้อนเชื้อเห็ด ได้ใช้ไม้ยางที่สั่งซื้อมาจากทางภาคใต้ ราคาต่อ 1 คันรถสิบล้อ ราคา 18,000 บาท ซึ่งต้นทุนการผลิตค่อนข้างสูง จึงทำให้กลุ่มเกษตรกรหันไปพิจารณาเศษไม้มะม่วง ที่มีอยู่เป็นจำนวนมากในหมู่บ้าน และหมู่บ้านใกล้เคียงมาทดสอบ ซึ่งผลการทดสอบพบว่า ระยะเวลาในการเก็บดอกเห็ด การเจริญเติบโต และคุณภาพของเห็ดนั้นเหมือนกับก้อนเชื้อเห็ดที่ทำจากขี้เลื่อยไม้ยางพารา แต่กลุ่มเกษตรกรเพาะเห็ด ยังประสบปัญหาในเรื่องของการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมในการลดขนาดหรือย่อยเศษไม้มะม่วงให้มีขนาดใกล้เคียงกับขนาดของขี้เลื่อยไม้ยางพารา

จากปัญหาดังค้นักวิจัยพิจารณาแล้วเห็นควรที่จะบูรณาการเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อลดต้นทุนการผลิตก้อนเชื้อเห็ดลง ในขณะเดียวกันเป็นการลดขยะอินทรีย์หรือของเสียจากภาคเกษตรกรรม ซึ่งถือได้ว่าเป็นการนำสิ่งเหลือใช้กลับมาทำให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษา ออกแบบ และจัดสร้างเครื่องต้นแบบที่จะสามารถย่อยเศษไม้มะม่วงให้มีขนาดที่เหมาะสมกับกระบวนการผลิตก้อนเชื้อเห็ด
2. ลดต้นทุนในกระบวนการผลิตก้อนเชื้อเห็ดโดยอาศัยเทคโนโลยีและการจัดการทางด้านวัสดุที่มีอยู่ในท้องถิ่นให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด
3. เพื่อยกระดับคุณภาพของผลิตผลในอันที่จะพัฒนาไปสู่เชิงพาณิชย์

การดำเนินงาน

1. ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเห็ด กระบวนการเพาะเห็ดและวิธีการย่อยเศษไม้
2. ประมวลข้อมูลและออกแบบเครื่องย่อย
3. จัดสร้างเครื่องย่อย
4. ทำการทดสอบและเก็บข้อมูล
5. ปรับปรุงข้อบกพร่อง
6. ทำการทดสอบ เก็บข้อมูลและปรับปรุงข้อบกพร่องเพิ่มเติม
7. ทดสอบการทำก้อนเชื้อจากเศษไม้มะม่วงที่ได้จากเศษไม้มะม่วงได้จากเครื่องย่อยเปรียบเทียบกับเศษขี้เลื่อยไม้ยางพารา
8. สรุปผลการวิจัย
9. ถ่ายทอดผลการวิจัยสู่ชุมชน

หลักการทำงานของเครื่องย่อยเศษไม้มะม่วง



เครื่องย่อยเศษไม้มะม่วงประกอบด้วยชุดใบมีดสองชุด ซึ่งแยกออกมาจากแกนกลางโดยมีเพลาลูกหนึ่งชุด และสํารอง สองชุด โดยมีขาต่อออกมาจากเพลาลูกเพื่อเพิ่มรัศมีในการตัดเฉือนให้มีรัศมีที่กว้างขึ้น เพื่อเพิ่มใบมีดตัดให้ครอบคลุมบริเวณตัดเฉือน และเพิ่มความแข็งแรงของใบมีดหลักการทำงานของเครื่องย่อยเศษไม้มะม่วงคือ เมื่อป้อนเศษเข้าไปในช่องป้อนเศษเข้าไปแล้วใบมีดทั้งสองจะทำการตัดเฉือนทันทีที่เครื่องทำงาน เศษที่ป้อนเข้าไปจะมีลักษณะเป็นชิ้นเล็กบ้างชิ้นใหญ่บ้าง ดังนั้นการออกแบบใบมีดจึงต้องมีความหนาด้วยเพื่อช่วยในการตีเศษให้แตกละเอียด เมื่อเศษที่ถูกตี และตัดเฉือนแล้ว จะมีขนาดเล็กประมาณ 0.5-3 มม. จะผ่านช่องตะแกรงออกมาส่วน เศษที่มีขนาดใหญ่กว่า 3 มม. จะถูกตัดเฉือนไปเรื่อยๆ จนมีขนาดเล็กจนสามารถลอดออกจากตะแกรงได้ ดังนั้นเราจึงสามารถที่จะทำการป้อนเศษได้อย่างต่อเนื่องไปเรื่อยๆ จนกว่าจะได้ปริมาณที่ต้องการ สมรรถนะของเครื่องย่อยเศษไม้มะม่วงที่ได้ ไซ้มอเตอร์ขนาด 5 แรงม้า 1,450 รอบต่อนาที เป็นต้น กำลังในการขับเพลาลูกหั่นย่อยและมีความเร็วรอบของชุดมีดหั่นย่อย 906 รอบต่อนาที สามารถย่อยเศษไม้มะม่วงได้เฉลี่ย 13.07 กิโลกรัม ต่อ 1 ชั่วโมงหรือประมาณ 104.56 กิโลกรัม ต่อ 8 ชั่วโมง และเศษไม้มะม่วงที่ได้จากการย่อยจะมีขนาดประมาณ 0.5-3 มิลลิเมตร ทางด้านเสียงที่เกิดขึ้นขณะปฏิบัติงานนั้นค่อนข้างอยู่ในระดับที่พอใจ ยอดผลิตเป็นไปได้ตามเป้าหมาย

การวิเคราะห์ผลการทดลอง

การวิเคราะห์การทำงานของเครื่อง

จากการทดลองหั่นย่อยเศษไม้มะม่วงนั้น ชุดมีดย่อยสามารถทำงานได้ดี เนื่องจากออกแบบให้มีจุดหมุนให้ใบมีดหมุนรอบตัวเอง เมื่อเกิดแรงต้านจากการหั่นย่อยทำให้ผลกระทบที่เกิดขึ้นกำลังขับเคลื่อนของเครื่องจักรมีน้อย และการเสียหายของใบมีดจากการกระแทกก็มีน้อยตามไปด้วยจากการทดลองหั่นย่อยเศษไม้มะม่วงผลปรากฏว่า มีดหั่นมีประสิทธิภาพการทำงานได้ดีเมื่อเดิมเศษไม้มะม่วงเข้าไปในช่วง 1-4 กิโลกรัม

การวิเคราะห์ความปลอดภัยของเครื่อง

เครื่องหั่นย่อยเศษไม้มะม่วงมีการหมุนที่ความเร็วรอบสูง ในขณะที่ทำงานผู้ปฏิบัติงานกับเครื่องควรใช้อุปกรณ์ในการป้องกันอุบัติเหตุเข้าสู่ห้องย่อยรวมทั้งใช้อุปกรณ์ความปลอดภัยส่วนบุคคลทั้งแว่นตานิรภัย และผ้าครอบจมูก เนื่องจากวัตถุดิบอาจมีการกระเด็น และจากการย่อยซึ่งผลผลิตที่ออกมามีความละเอียดมากทำให้เกิดฝุ่นละอองรวมทั้งในขณะที่เครื่องกำลังทำงานไม่ควรให้บุคคลใดเข้าใกล้ทุกส่วนที่มีการเคลื่อนที่ เพราะอาจจะทำให้เกิดอันตรายได้

การวิเคราะห์ผลการทดลอง ประสิทธิภาพการทำงาน

อัตราความเร็วของการหั่นย่อยเศษไม้มะม่วงด้วยเครื่อง 480 นาที = 104.56 กิโลกรัม / วัน

การวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายของเครื่องหั่นย่อยเศษไม้มะม่วง และผลที่ได้จากการคำนวณกระแสไฟฟ้า โดยคิดจากกระแสสตาร์ท เท่ากับ 175 เปอร์เซ็นต์ ของกระแสขณะหมุนในสถานะโหลดสูงสุดดังนี้

กระแสขณะหมุนโหลดสูงสุด

$$I = 13 / 1.75$$

$$= 7.43 \text{ แอมแปร์}$$

เมื่อ VI

กำลังขณะหมุนในสถานะโหลดสูงสุด

$$P = 220 \times 7.43 = 1634.6 \text{ วัตต์}$$

$$\text{ใช้เวลาเครื่องจักรทำงาน 1 ชั่วโมง} = 1634.6 \times 1$$

$$= 1634.6 \text{ วัตต์ / ชั่วโมง}$$

$$1 \text{ ยูนิต เท่ากับ } 1000 \text{ วัตต์ / ชั่วโมง}$$

$$= 2.287 \text{ บาท / ยูนิต}$$

การคำนวณใช้ค่าไฟฟ้ามาตรฐานประเภท
อัตราค่าไฟฟ้า 11 (บ้านอยู่อาศัยขนาดใหญ่) แรงดัน
(ระดับแรงดันต่ำกว่า 22 กิโลวัตต์)

ค่าไฟฟ้าที่ใช้ใน 1 ชั่วโมง สูงสุด

$$= (1,634.6/10,000) \times 2.287 = 3.74 \text{ บาท / ชั่วโมง}$$

$$\text{ค่าไฟฟ้าที่ใช้ใน 1 วัน สูงสุด} = 3.74 \times 8 = 29.91 \text{ หรือ } 30 \text{ บาท / วัน}$$

2) ค่าใช้จ่ายที่ซื้อเศษไม้ยางพารา

$$1 \text{ กิโลกรัม} = 6 \text{ บาท}$$

$$100 \text{ กิโลกรัม / วัน} = 600 \text{ บาท}$$

3) เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการหั่นย่อย
ระหว่างเครื่องหั่นย่อยเศษไม้มะม่วงกับการรับซื้อ

$$\text{ค่าใช้จ่ายในการจ้างแรงงาน} = 150 \text{ บาท / เดือน}$$

$$\text{ค่าใช้จ่ายสำหรับการหั่นย่อยด้วยเครื่อง} = 900 \text{ บาท / เดือน}$$

$$\text{ค่าใช้จ่ายสำหรับการซื้อ ไม้ยางพารา } 3,000 \text{ กิโลกรัม} = 18,000 \text{ บาท / เดือน}$$

4) ค่าเสื่อมราคาของเครื่องแบบทางตรง

$$\text{กำหนดค่าซากเครื่อง } 3,000 \text{ บาท}$$

$$\text{อายุการใช้งาน } 5 \text{ ปี}$$

$$\text{ราคาเครื่องจักร } 20,000 \text{ บาท}$$

$$\text{ค่าเสื่อมราคาทั้งหมด} =$$

$$\text{ราคาทรัพย์สิน} - \text{ค่าซาก}$$

$$= (20,000 - 3,000) \text{ บาท} / 5 \text{ ปี}$$

$$= 3,000 \text{ บาท ในปีที่ } 5$$

5) ระยะเวลาคืนทุน = ราคาเครื่องจักร /
ค่าใช้จ่ายต่อเดือน

$$\text{ราคาเครื่องจักร} = 20,000 \text{ บาท}$$

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน} = 20,000 / (900 + 3600)$$

$$= 4.4 \text{ เดือน หรือประมาณ } 5 \text{ เดือน}$$

ตารางเปรียบเทียบค่าใช้จ่าย

ไม้ยางพาราที่ รับซื้อ	ราคา (บาท)/ เดือน	เศษไม้ มะม่วงจาก เครื่อง	ราคา (บาท)/ เดือน
ค่าวัตถุดิบ / 3 ตัน	18,000	ค่าวัตถุดิบ / 3 ตัน	-
ค่าน้ำ+ค่าไฟ	-	ค่าน้ำ+ค่าไฟ	900
ค่าจ้าง แรงงาน	-	ค่าจ้าง แรงงาน	3,600
-	-	ค่าเครื่อง / เดือน	283
รวมค่าใช้จ่าย / เดือน	18,000	รวมค่าใช้จ่าย / เดือน	4,783

สรุปผลการทดสอบเครื่องย่อยเศษไม้มะม่วง

สมรรถนะของเครื่องย่อยเศษไม้มะม่วงที่ได้ ใช้
มอเตอร์ขนาด 5 แรงม้า 1,450 รอบต่อนาที เป็นต้น กำลัง
ในการขับเพลามีคหั่นย่อยและมีความเร็วรอบของชุดมีดหั่น
ย่อย 906 รอบต่อนาที สามารถย่อยเศษไม้มะม่วงได้เฉลี่ย
13.07 กิโลกรัม ต่อ 1 ชั่วโมงหรือประมาณ 104.56 กิโลกรัม
ต่อ 8 ชั่วโมง และเศษไม้มะม่วงที่ได้จากการย่อยจะมีขนาด
ประมาณ 0.5-3 มิลลิเมตร ทางด้านเสียงที่เกิดขึ้นขณะ
ปฏิบัติงานนั้นค่อนข้างอยู่ในระดับที่พอใจ ยอดผลิตเป็นไปได้
ตามเป้าหมาย

เอกสารอ้างอิง

กรมการส่งเสริมวิชาการเกษตร. วารสารเทคโนโลยี

ชาวบ้าน. (ม.ป.ท.), 2548

จารุวัฒน์ มงคลธนทรศ. เครื่องหั่นย่อยซากพืช.

กรุงเทพฯ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,

2541

ชนะ กสิภาร. ความแข็งแรงของวัสดุ. กรุงเทพฯ.

โรงพิมพ์ชวนพิมพ์, 2530

นริศ ศรีเมฆ และ พิชัย โอภาสอนันต์. งานเชื่อม

โลหะและโลหะแผ่นทั่วไป. กรุงเทพฯ.

สำนักพิมพ์เอมพันธ์, 2542

บรรเลง ศรีนิล และ ประเสริฐ ก้วยสมบูรณ์.

ตารางโลหะ. กรุงเทพฯ. สถาบัน

เทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ,

2530

วิทยา ทองขาว. ทฤษฎีช่างกลทั่วไป.

กรุงเทพมหานคร.

ซีเอ็ดยุคเข็ญ, 2541

วริทธิ์ อิงภากรณ์ และ ชาญ ถนังงาน. การ

ออกแบบเครื่องจักรกล. กรุงเทพมหานคร.

โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2522

สมพล สุขพร้อม และ สุจินต์ สี่พิริโยดม.

การศึกษาเครื่องย่อยวัสดุพืชเพื่อนำไปทำ

แท่งเชื้อเพลิง. เชียงใหม่.

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2539

สมชาย พงษ์สุวรรณ. วารสารเทคโนโลยีชาวบ้าน

(ม.ป.ท.), 2540

สุนทร โหม่งปรานีต. เอกสารประกอบการสอนวิชา

วิศวกรรมแปรรูปผลผลิตเกษตร. เชียงใหม่

มหาวิทยาลัยแม่โจ้, (ม.ป.ป.)

ณัฐพล บัวกล้า และ นกมล สุภศรี. เครื่องหั่นย่อย

ซากพืช. เชียงใหม่. มหาวิทยาลัยแม่โจ้,

(ม.ป.ป.)

บรรณานุกรม

- กรมการส่งเสริมวิชาการเกษตร. วารสารเทคโนโลยีชาวบ้าน. (ม.ป.ท.), 2548
- จารุวัฒน์ มงคลธนทรศ. เครื่องหั่นย่อยซากพืช. กรุงเทพมหานคร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2541
- ชนะ กลิการ์. ความแข็งแรงของวัสดุ. กรุงเทพมหานคร. โรงพิมพ์ชวนพิมพ์, 2530
- นริศ ศรีเมฆ และ พิชัย โอภาสอนันต์. งานเชื่อมโลหะและโลหะแผ่นทั่วไป. กรุงเทพมหานคร. สำนักพิมพ์เอ็มพันธ์, 2542
- บรรเลง ศรีนิล และ ประเสริฐ ก้วยสมบุรณ์. ตารางโลหะ. กรุงเทพมหานคร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2530
- วิทยา ทองขาว. ทฤษฎีช่างกลทั่วไป. กรุงเทพมหานคร. ซีเอคยูเคชั่น, 2541
- วรวิทย์ อึ้งภากรณ์ และ ชาญ ถนัดงาน. การออกแบบเครื่องจักรกล. กรุงเทพมหานคร. โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2522
- สมพล สุขพร้อม และ สุจินต์ สี่พิริโยดม. การศึกษาเครื่องย่อยวัสดุพืชเพื่อนำไปทำแท่งเชื้อเพลิง. เชียงใหม่. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2539
- สมชาย พงษ์สุวรรณ. วารสารเทคโนโลยีชาวบ้าน (ม.ป.ท.), 2540
- สุนทร โหม่งปรานิต. เอกสารประกอบการสอนวิชาวิศวกรรมแปรรูปผลผลิตเกษตร. เชียงใหม่ มหาวิทยาลัยแม่โจ้, (ม.ป.ป.)
- ณัฐพล บัวกล้า และ นกมล สุภศรี. เครื่องหั่นย่อยซากพืช. เชียงใหม่ มหาวิทยาลัยแม่โจ้, (ม.ป.ป.)

ภาคผนวก ก

ตารางประกอบการคำนวณ และคำอธิบายสัญลักษณ์ที่ใช้

ตารางที่ ก-1 สมรรถนะในการส่งกำลังของสายพานหน้าตัด “B”

d_p	M	ความเร็วรอบของสายพานเล็ก n (rpm)										
		700	800	950	1000	1200	1450	1800	2000	2400	2850	3200
		สมรรถนะในการส่งกำลังต่อเส้น P_R (kw)										
112	1.00	3.65	4.04	4.57	4.73	5.05	5.34	5.62	5.99	6.64	6.87	1.28
	1.05	3.76	4.16	4.71	4.88	5.22	5.53	5.81	6.20	6.91	7.17	1.36
	1.20	3.97	4.39	4.99	5.18	5.54	5.88	6.20	6.63	7.44	7.76	1.52
	1.50	4.13	4.58	5.21	5.41	5.80	6.16	6.97	6.97	7.86	8.23	1.65
	≥ 3.00	4.25	4.71	5.37	5.58	5.98	6.36	7.21	7.21	8.16	8.56	1.74
125	1.00	4.50	4.98	5.65	5.86	6.27	6.64	6.99	7.45	8.27	8.55	1.81
	1.05	4.60	5.10	5.80	6.01	6.43	6.82	7.18	7.67	8.54	8.86	1.89
	1.20	4.81	5.34	6.08	6.31	6.76	7.18	7.57	8.10	9.08	9.45	2.05
	1.50	4.98	5.52	6.30	6.54	7.01	7.46	7.87	8.44	9.50	9.92	2.10
	≥ 3.00	5.09	5.66	6.46	6.71	7.20	7.66	8.09	8.68	9.80	10.25	2.27
140	1.00	5.49	6.09	6.92	7.18	7.68	8.14	8.57	9.13	10.09	10.38	2.36
	1.05	5.60	6.21	7.07	7.34	7.85	8.32	8.76	9.35	10.36	10.68	2.45
	1.20	5.81	6.45	7.35	7.63	8.17	8.68	9.15	9.78	10.89	11.28	2.61
	1.50	5.97	6.64	7.57	7.87	8.43	8.96	9.45	10.12	11.31	11.75	2.74
	≥ 3.00	6.09	6.77	7.73	8.03	8.61	9.16	9.67	10.36	11.61	12.08	2.83
160	1.00	6.55	7.27	8.26	8.57	9.16	9.70	10.19	10.84	11.86	12.10	2.88
	1.05	6.66	7.39	8.41	8.72	9.32	9.88	10.39	11.06	12.13	12.41	2.97
	1.20	6.86	7.62	8.69	9.02	9.65	10.24	10.77	11.49	12.66	13.00	3.13
	1.50	7.03	7.81	8.91	9.25	9.91	10.52	11.08	11.82	13.08	13.47	3.26
	≥ 3.00	7.14	7.94	9.07	9.42	10.09	10.72	11.29	12.07	13.38	13.80	3.35
180	1.00	7.74	8.59	9.75	10.11	10.76	11.40	11.96	12.65	13.63	13.72	3.46
	1.05	7.85	8.71	9.90	10.26	10.96	11.59	12.15	12.87	13.90	14.02	3.54
	1.20	8.06	8.95	10.18	10.56	11.28	11.94	12.54	13.30	14.43	14.62	3.70
	1.50	8.22	9.13	10.40	10.79	11.54	12.22	12.84	13.64	14.85	15.08	3.83
	≥ 3.00	8.34	9.27	10.56	10.96	11.72	12.42	13.06	13.88	15.15	15.42	3.92
200	1.00	9.10	10.08	11.42	11.83	12.58	13.26	13.85	14.55	15.28	15.06	4.01
	1.05	9.21	10.20	11.56	11.98	12.75	13.44	14.04	14.77	15.59	15.37	4.09
	1.20	9.41	10.4	11.84	12.27	13.08	13.80	14.43	15.20	16.09	15.96	4.26
	1.50	9.58		12.06	12.51	13.33	14.08	14.73	15.54	16.51	16.43	4.39
	≥ 3.00	9.68		12.22	12.67	13.52	14.28	14.95	15.78	16.81	16.76	4.48
224	1.00	3.96	4.41	13.22	13.67	14.48	15.19	15.77	16.40	16.59		
	1.05	4.00	4.46	13.36	13.82	14.65	15.37	15.97	16.62	16.87		
	1.20	4.08	4.55	13.64	14.11	14.97	15.72	16.35	17.05	17.40		
	1.50	4.14	4.63	13.86	14.35	15.23	16.00	16.66	17.39	17.82		
	≥ 3.00	4.19	4.68	14.02	14.51	15.42	16.20	16.87	17.63	18.12		

ตารางที่ ก-2 ค่าตัวประกอบความล้า

ชนิดของแรง	C_m	C_t
เพลายูนิง :		
แรงสม่ำเสมอหรือเพิ่มขึ้นช้า ๆ	1.0	1.0
แรงกระตุก	1.5 – 2.0	1.5 – 2.0
เพลามุม :		
แรงสม่ำเสมอหรือเพิ่มขึ้นช้า ๆ	1.5	1.0
แรงกระตุกอย่างเบา	1.5 – 2.0	1.0 – 1.5
แรงกระตุกอย่างแรง	2.0 – 3.0	1.5 – 3.0

ที่มา : วิธีวิธี อิงภากรณ์, ชาญ ถนัดงาน. การออกแบบเครื่องจักรกล เล่ม 1.2521:

ตารางที่ ก-3 การเลือกใช้ความปลอดภัย

ชนิดแรง	โลหะเหนียว, เหล็กเหนียว		โลหะเปราะ
	N_y	N_u	N_u
แรงกระทำสม่ำเสมอ	1.25 – 2.0	3 – 4	5 – 6
แรงกระทำทางเดียว และกระตุกเล็กน้อย	3	6	7 – 8
แรงกระทำสองทิศทาง และปานกลาง	4	8	10 – 12
แรงกระทำอย่างหนัก	5 – 7	10 – 15	15 – 20

ที่มา : วิธีวิธี อิงภากรณ์, ชาญ ถนัดงาน. การออกแบบเครื่องจักรกล เล่ม 1.2522:14

ตารางที่ ก-4 ขนาดลิ้มมาตรฐานที่ใช้กับเพลานาต่าง ๆ

ขนาดเพลานา (d) มม.	ลิ้มสี่เหลี่ยม ISO/R 773; 774	ลิ้มแบน ISO-2491,2492	ลิ้มวงเดือน ISO 3921		
	b x h	b x h	b x h_1 x R	t_1	t_2
3 – 4			1.0 x 1.4 x 4	1.0	0.6
4 – 5			1.5 x 2.6 x 7	2.0	0.8
5 – 6			2.0 x 2.6 x 7	1.8	1.0
6 – 7	2 x 2		2.0 x 3.7 x 10	2.9	1.0
7 – 8	2 x 2		2.5 x 3.7 x 10	2.7	1.2
8 – 10	3 x 3		3.0 x 5.0 x 13	3.8	1.4
10 – 12	4 x 4		3.0 x 6.5 x 16	5.3	1.4
12 – 14	5 x 5	5 x 3	4.0 x 6.5 x 16	5.0	1.8
14 – 16	5 x 5	5 x 3	4.0 x 7.5 x 19	6.0	1.8
16 – 18	5 x 5	6 x 4	5.0 x 6.5 x 16	4.0	2.3
22 – 25	8 x 7	8 x 5	6.0 x 9.0 x 22	6.5	2.8
25 – 28	8 x 7	8 x 5	6.0 x 10.0 x 25	7.5	2.8
28 – 32	8 x 7	8 x 5	8.0 x 11 x 28	8.0	3.3
32 – 38	10 x 8	10 x 6	10.0 x 13.0 x 32	10.0	3.3
38 – 44	12 x 8	12 x 6			
44 – 50	14 x 9	14 x 6			
50 – 58	16 x 10	16 x 7			
58 – 65	18 x 11	18 x 7			
65 – 75	20 x 12	20 x 8			
78 – 85	22 x 14	22 x 9			
85 – 95	25 x 14	25 x 9			
95 – 110	28 x 16	28 x 10			
110 – 130	32 x 18	32 x 11			
130 – 150	36 x 20	36 x 12			
150 – 170	40 x 22	40 x 14			
170 – 200	45 x 25	45 x 16			
200 – 230	50 x 28	50 x 18			
230 – 260	56 x 32				
260 – 290	63 x 32				
290 – 330	70 x 36				
330 – 380	80 x 40				
380 – 440	90 x 45				
440 – 500	100 x 50				

ที่มา : วรวิทย์ อิงภากรณ์, ชาญ ถนัดงาน. การออกแบบเครื่องจักรกล เล่ม 1.2521:203-204

คำอธิบายสัญลักษณ์

สัญลักษณ์	ความหมาย	หน่วย
A	พื้นที่หน้าตัด	(มิลลิเมตร) ² mm ²
b	ความกว้างจิงลิ้ม	มิลลิเมตร (mm)
c	แรงพลวัตประเมน	นิวตัน (N)
C _o	แรงสถิตประเมน	นิวตัน (N)
C	ระยะห่างระหว่างล้อยายพาน	มิลลิเมตร (mm)
C _m	ตัวประกอบความล้าเนื่องมาจากการตัด	ตัวแปรไร้มิติ
C _t	ตัวประกอบความล้าเนื่องจากการตัด	ตัวแปรไร้มิติ
d	เส้นผ่านศูนย์กลางกลางภายนอกของเพลลา	มิลลิเมตร (mm)
d _i	เส้นผ่านศูนย์กลางภายในของเพลลา	มิลลิเมตร (mm)
d _p	เส้นผ่านศูนย์กลางล้อยายพานเล็ก	มิลลิเมตร (mm)
D _p	เส้นผ่านศูนย์กลางกลางสายพานใหญ่	มิลลิเมตร (mm)
E	โมดูลัสยืดหยุ่น	ปาสกาล (Pa)
f	ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน	ตัวแปรไร้มิติ
F	แรง	นิวตัน (N)
F _a	แรงในแนวแกน	นิวตัน (N)
F _c	แรงหนีศูนย์กลาง	นิวตัน (N)
F _i	แรงดึงชั้นด้น	นิวตัน (N)
F _r	แรงในแนวรัศมี	นิวตัน (N)
F _R	แรงลัพท์เนื่องจากแรงหนีศูนย์กลาง	นิวตัน (N)
F _w	แรงดึงในแนวแกน	นิวตัน (N)
F ₁	แรงด้านตึง	นิวตัน (N)
F ₂	แรงด้านหย่อน	นิวตัน (N)
F'	แรงกระทำกับลิ้มเนื่องจากโมเมนต์บิด	นิวตัน (N)
F''	แรงที่กดลิ้มไว้ไม่ให้ลิ้มเอียง	นิวตัน (N)

คำอธิบายสัญลักษณ์ (ต่อ)

สัญลักษณ์	ความหมาย	หน่วย
g	อัตราเร่งเนื่องจากแรงดึงดูดของโลก	เมตรต่อ (วินาที) ² m/s ²
h	ความสูงของลิ้ม	มิลลิเมตร (mm)
hr	หน่วยเวลาเป็นชั่วโมง	
HP	หน่วยกำลังงานเป็นแรงม้า	
I	โมเมนต์ของความเฉื่อยของหน้าตัดคาน	(เมตร) ⁴ m ⁴
J	โมเมนต์ของความเฉื่อยเชิงขั้วของพื้นที่	(เมตร) ⁴ m ⁴
K	ค่าคงที่สำหรับรองลิ้น	ตัวแปรไร้มิติ
K _f	ตัวประกอบความเค้นหน้าแน่นจริง	ตัวแปรไร้มิติ
K _{fs}	ตัวประกอบความเค้นหน้าแน่นเฉือน	ตัวแปรไร้มิติ
Kg/hr	กิโลกรัมต่อชั่วโมง	
K _r	รัศมีไจเรชั่น	มิลลิเมตร (mm)
K ₁	ตัวประกอบการใช้งาน	ตัวแปรไร้มิติ
K ₂	ตัวประกอบหน้าตัดสายพาน	ตัวแปรไร้มิติ
K	อัตราส่วนเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน	
	ต่อภายนอก	ตัวแปรไร้มิติ
I	ความยาวลิ้ม	มิลลิเมตร (mm)
I _e	ความยาวประสิทธิภาพของลิ้ม	มิลลิเมตร (mm)
L	ความยาวเพลลา	มิลลิเมตร (mm)
L _p	ความยาวพิตช์ของสายพาน	มิลลิเมตร (mm)
L ₁₀	อายุใช้งานของรองลิ้นแบบกลิ้ง	ล้านรอบ (mr)
M	เมตร	
Mm	มิลลิเมตร	
Min	หน่วยเวลาเป็นนาที	
m/s	เมตรต่อวินาที	

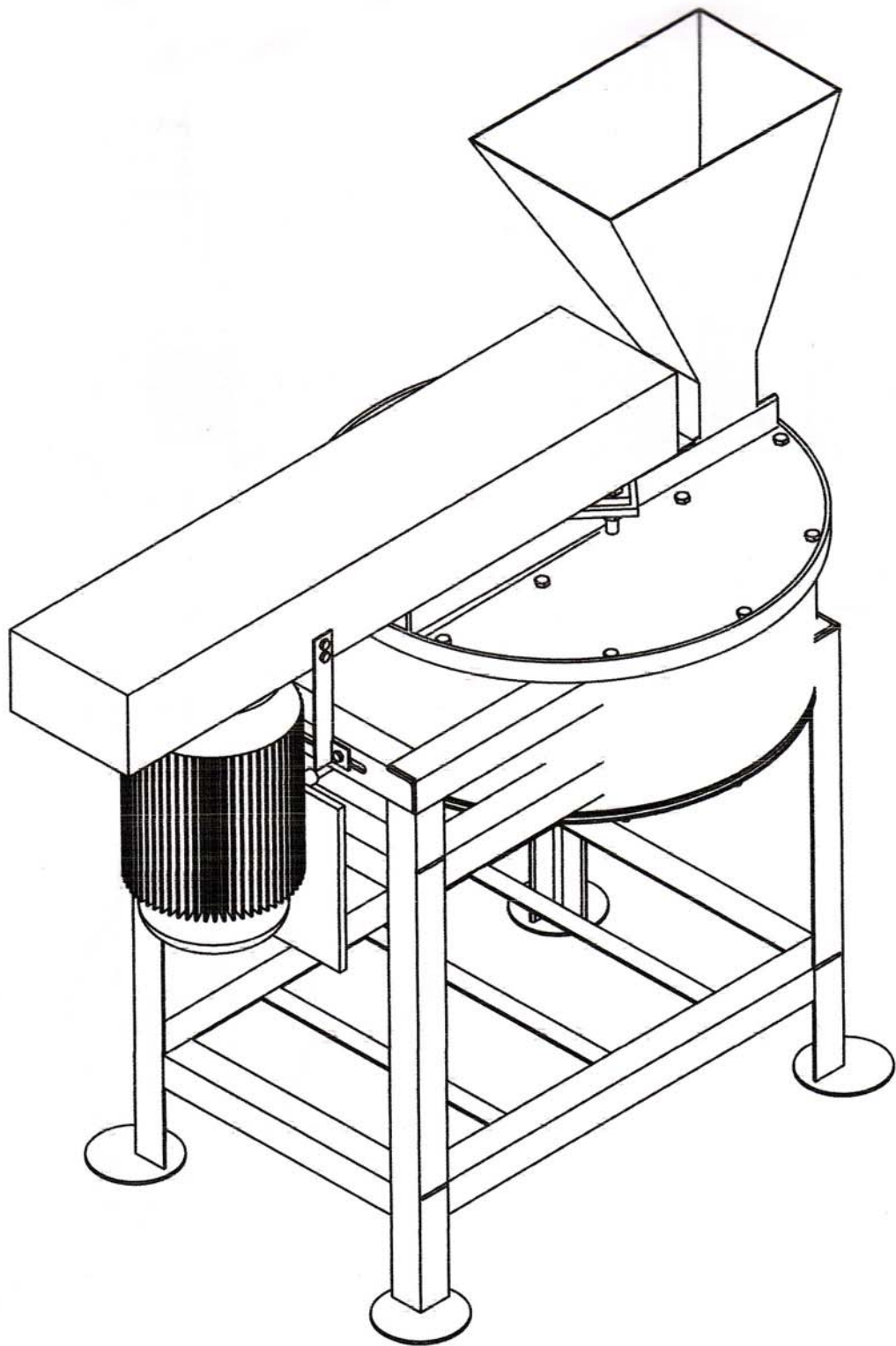
คำอธิบายสัญลักษณ์ (ต่อ)

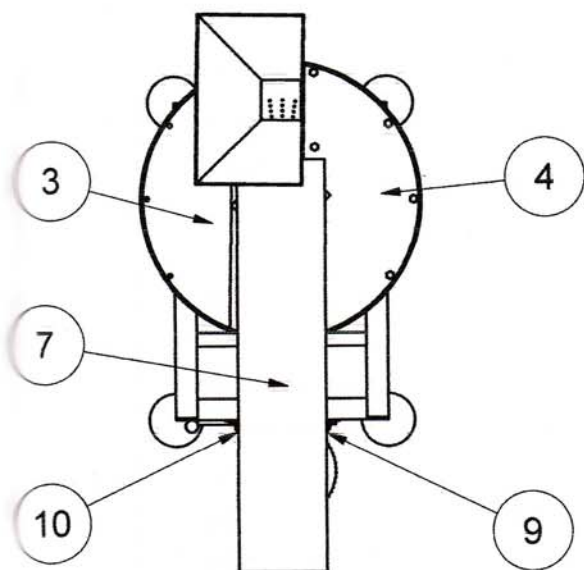
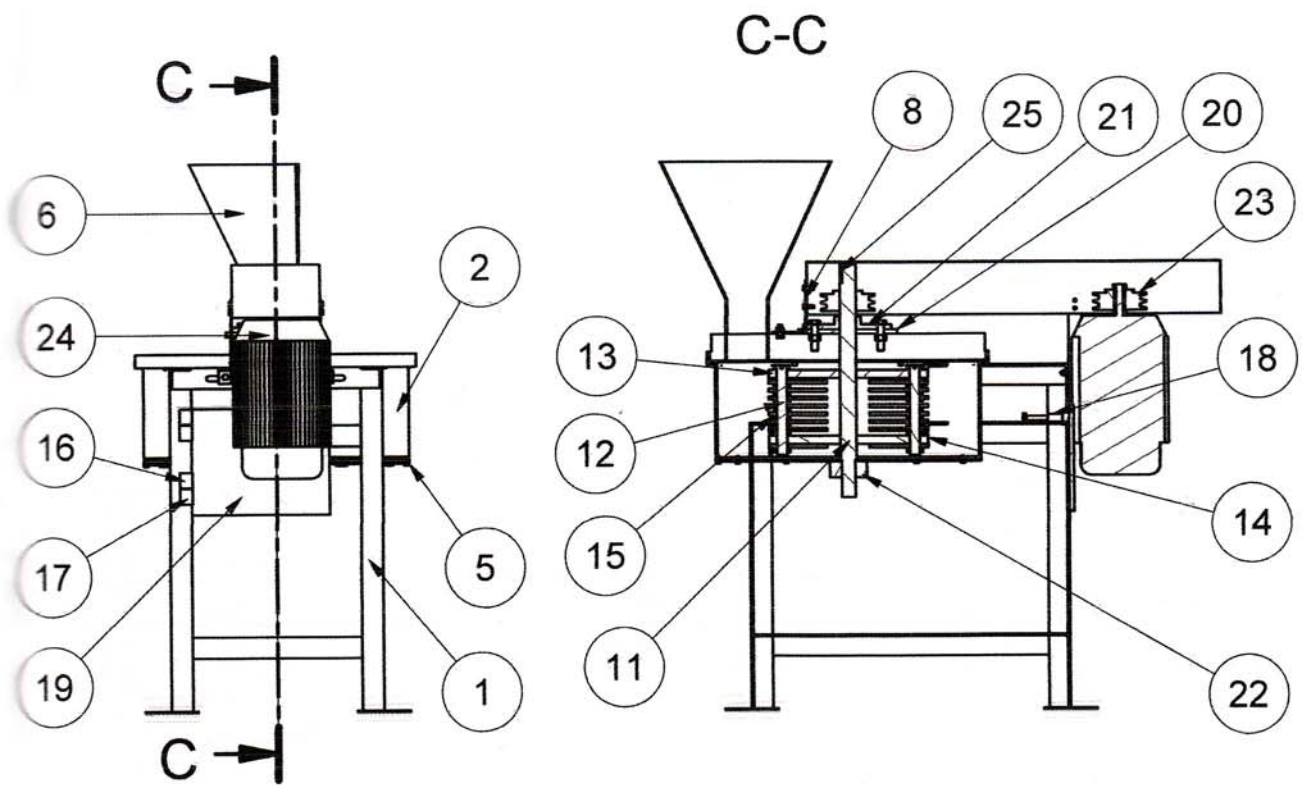
สัญลักษณ์	ความหมาย	หน่วย
m_r	ลั้่นรอบ	
M	โมเมนต์ค้ด	นิวตันเมตร (N-m)
M_{max}	โมเมนต์ค้ดสูงสุด	นิวตันเมตร (N-m)
M_x	โมเมนต์ค้ดในแนวแกน x	นิวตันเมตร (N-m)
M_y	โมเมนต์ค้ดในแนวแกน y	นิวตันเมตร (N-m)
N	ความเร็วรอบ	รอบต่อนาที (rpm)
n_s	ตัวประกอบการย้ดเพลลา	ตัวแปรไร้มิติ
N	ค่าความปลอดภัย	ตัวแปรไร้มิติ
N_a	ตัวประกอบแก้ไขส่วนโค้งสัมผัส	ตัวแปรไร้มิติ
N_I	ตัวประกอบแก้ไขความยาวสายพาน	ตัวแปรไร้มิติ
N_s	ตัวประกอบการใช้งานของสายพาน	ตัวแปรไร้มิติ
N_y	ค่าความปลอดภัยที่จุดคราก	ตัวแปรไร้มิติ
P	กำลังงาน	วัตต์ (Watt)
P_o	แรงสมมูล	นิวตัน (N)
P_R	กำลังที่สายพานเส้นหนึ่งส่งได้	วัตต์ (Watt)
r	รัศมี	มิลลิเมตร (mm)
rpm	รอบต่อนาที	
R_A	แรงลั้ที่จุด A	นิวตัน (N)
R_C	แรงลั้ที่จุด C	นิวตัน (N)
S	วินาที	
T	โมเมนต์บิด	นิวตันเมตร (N-m)
T_{max}	โมเมนต์บิดสูงสุด	นิวตันเมตร (N-m)
v	ความเร็วของสายพาน	เมตรต่อวินาที (m/s)
V	แรงเหว้	นิวตัน (N)

คำอธิบายสัญลักษณ์ (ต่อ)

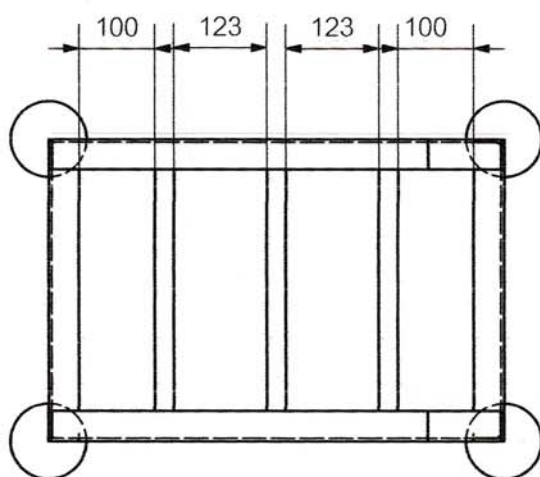
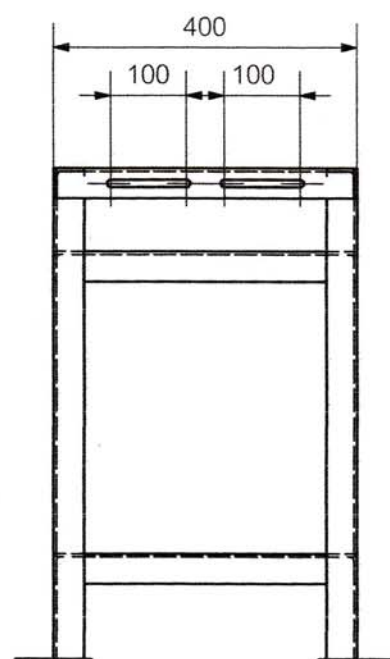
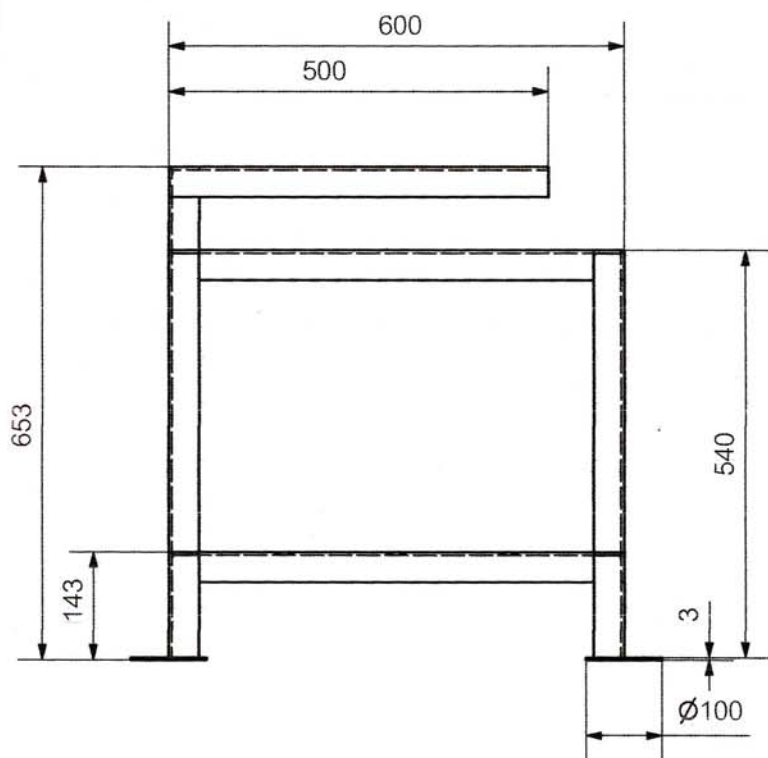
สัญลักษณ์	ความหมาย	หน่วย
V_R	ตัวประกอบการหมุน	ตัวแปรไร้มิติ
w	น้ำหนัก	นิวตัน (N)
W	หน่วยกำลังงานเป็นวัตต์	
W_p	กำลังงานที่ต้องการส่ง	วัตต์ (Watt)
X	ตัวประกอบแรงในแนวรัศมี	ตัวแปรไร้มิติ
Y	ตัวประกอบแรงรุน	ตัวแปรไร้มิติ
Z	จำนวนเส้นของสายพานลิ่ม	เส้น
α	มุมสัมผัส	เรเดียน (rad)
α_b	ตัวประกอบการโก่งงอ	ตัวแปรไร้มิติ
ความเค้น	นิวตันต่อตารางเมตร (N/m ²)	
σ_a	ความเค้นดึงหรือความเค้นกด	นิวตันต่อตารางเมตร (N/m ²)
σ_b	ความเค้นดัด	นิวตันต่อตารางเมตร (N/m ²)
σ_c	ความเค้นอัด	นิวตันต่อตารางเมตร (N/m ²)
σ_{cd}	ความเค้นอัดใช้งาน	นิวตันต่อตารางเมตร (N/m ²)
σ_m	ความเค้นเฉลี่ย	นิวตันต่อตารางเมตร (N/m ²)
σ_n	ความต้านแรงทนทาน	นิวตันต่อตารางเมตร (N/m ²)
σ_u	ความเค้นประลัย	นิวตันต่อตารางเมตร (N/m ²)
σ_y	ความเค้นที่จุดคราก	นิวตันต่อตารางเมตร (N/m ²)
τ	ความเค้นเฉือน	นิวตันต่อตารางเมตร (N/m ²)
τ_a	ความเค้นเฉือนส่วนเปลี่ยน	นิวตันต่อตารางเมตร (N/m ²)
τ_d	ความเค้นเฉือนใช้งาน	นิวตันต่อตารางเมตร (N/m ²)
τ_m	ความเค้นเฉือนเฉลี่ย	นิวตันต่อตารางเมตร (N/m ²)
τ_{max}	ความเค้นเฉือนสูงสุด	นิวตันต่อตารางเมตร (N/m ²)
τ_n	ความต้านแรงทนทานของการเฉือน	นิวตันต่อตารางเมตร (N/m ²)
τ_{xy}	ความเค้นเฉือนในระนาบที่ตั้งฉากกับแกน x และมีทิศทางในแนวแกน y	นิวตันต่อตารางเมตร (N/m ²)
τ_y	ความเค้นเฉือนที่จุดคราก	นิวตันต่อตารางเมตร (N/m ²)

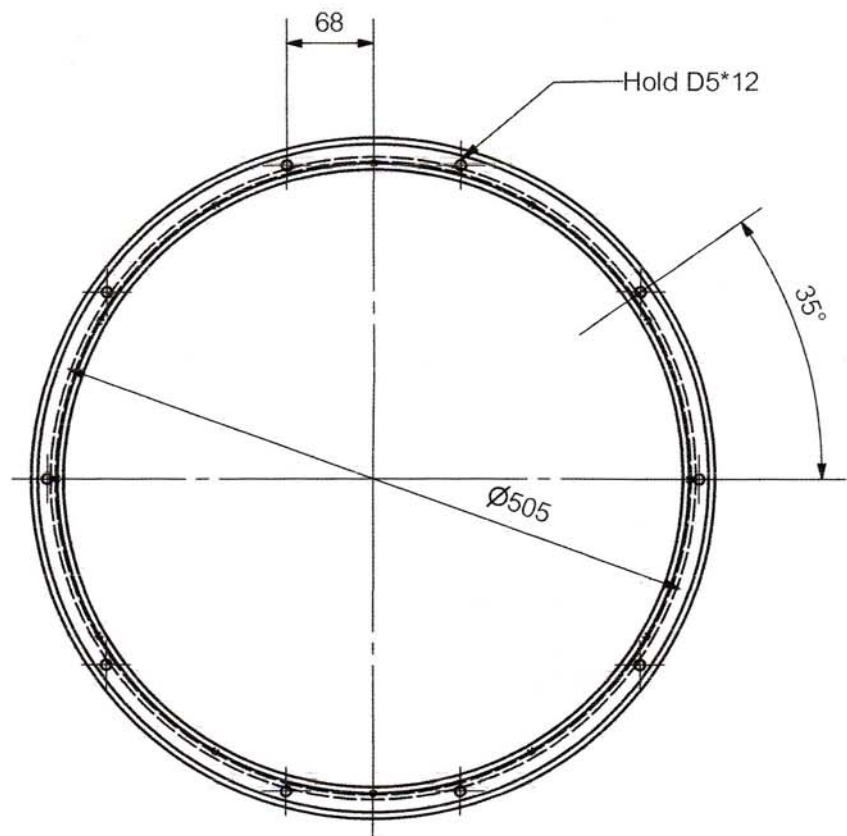
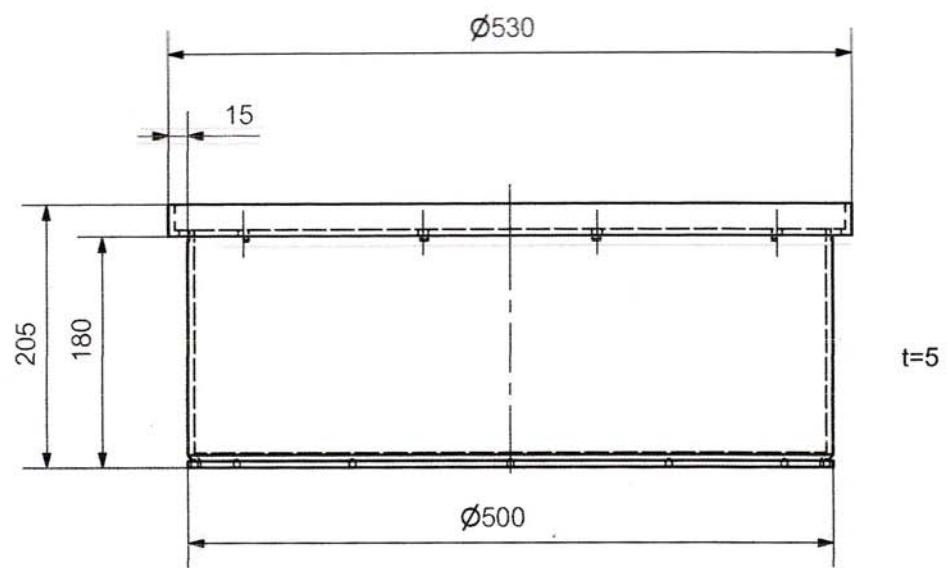
ภาคผนวก ข
แบบเครื่องย่อยเศษไม้มะม่วง

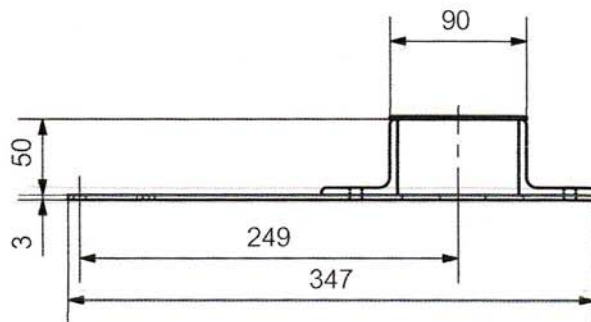
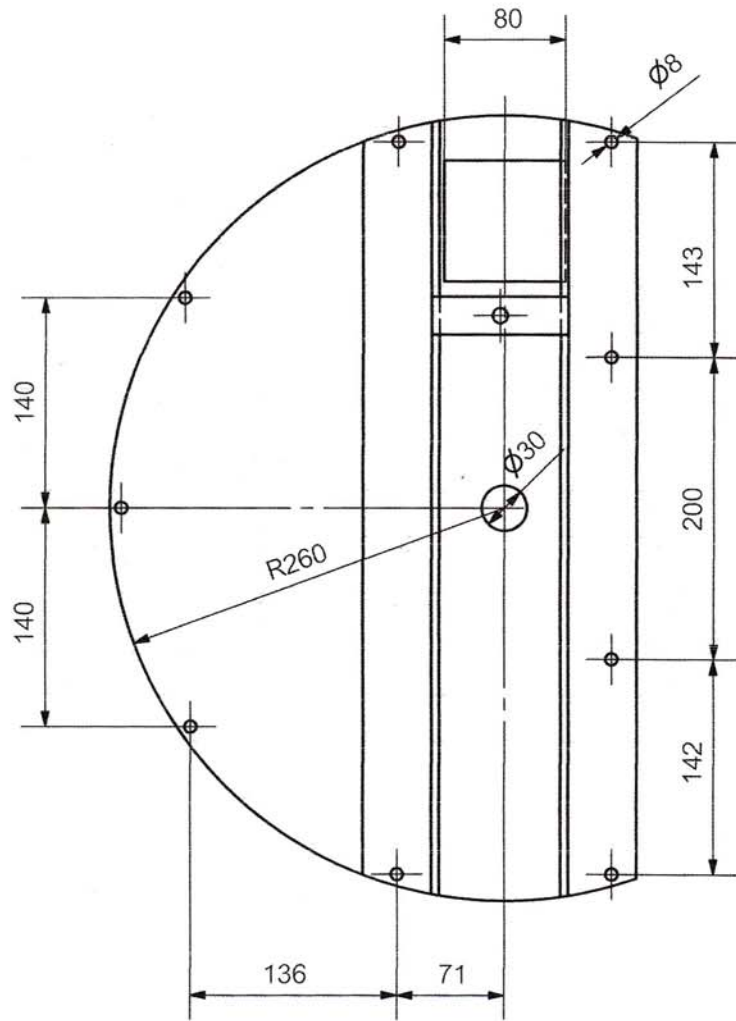


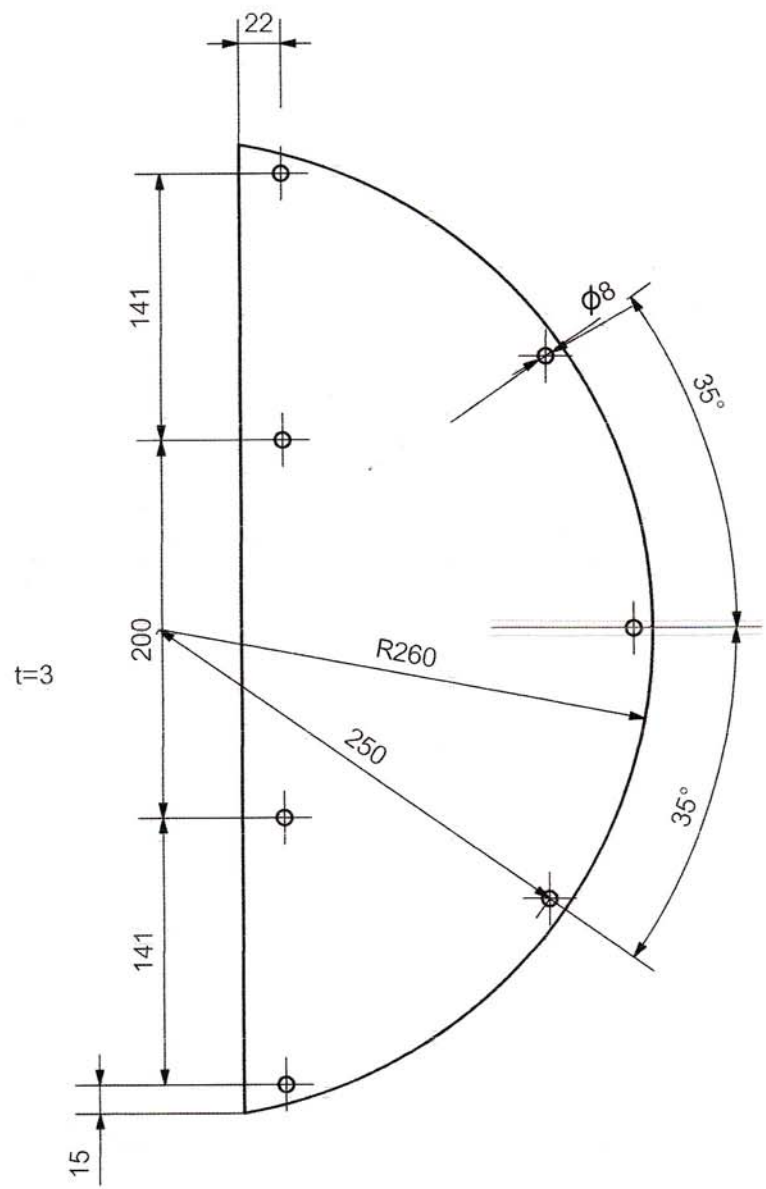


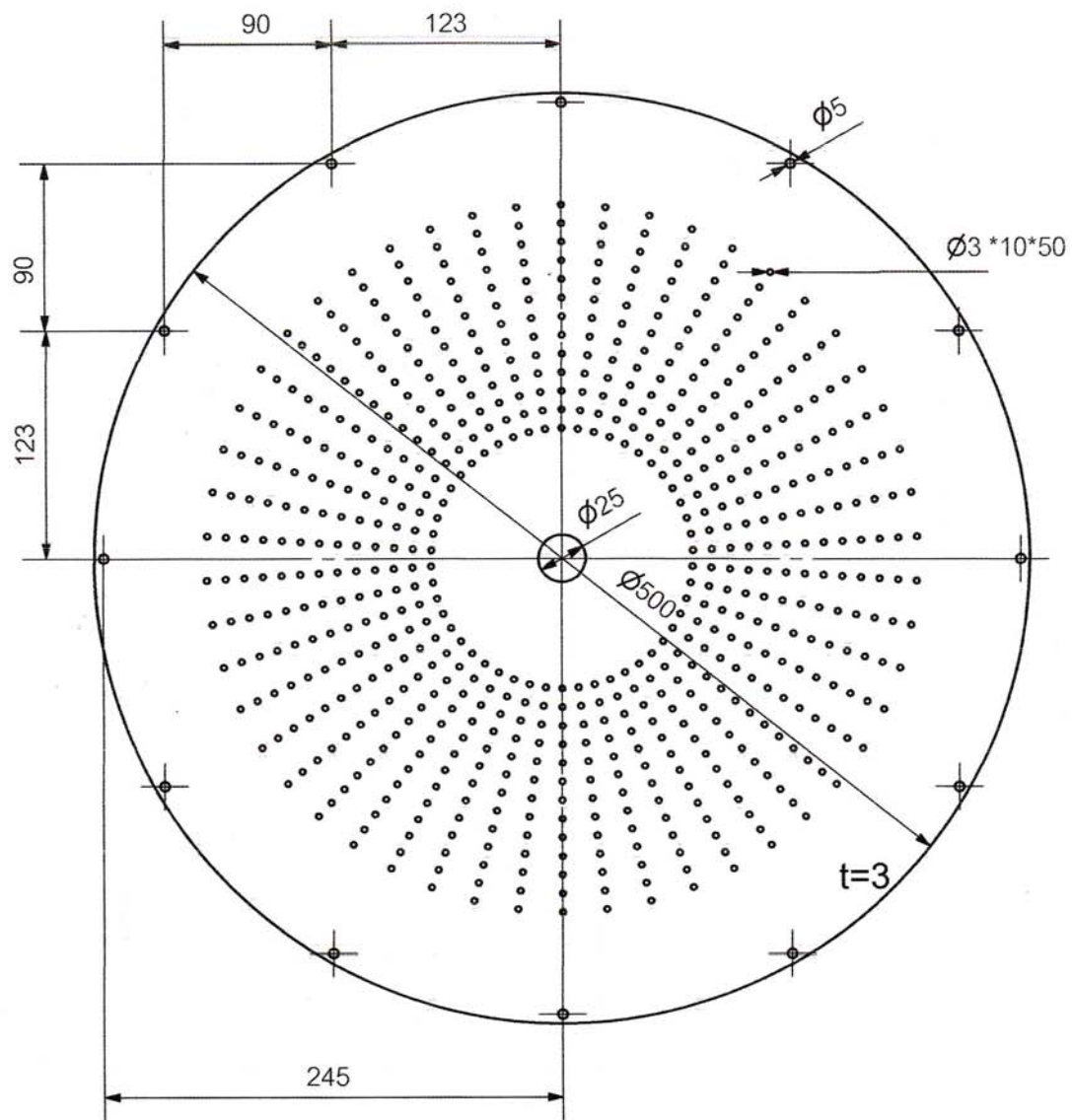
25	ลิ้ม	9*8*10	st42	-	1
24	มอเตอร์	5 HP	-	-	1
23	เบร้ง2	1.5นิ้ว	-	-	1
22	เบร้ง	1นิ้ว	-	-	1
21	พลูเลย์	4 นิ้ว	Cast Iron	-	1
20	แผ่นรองเบร้ง	125*140*9	st37	J017	1
19	แผ่นยึดมอเตอร์	200*260*9	st37	J016	1
18	สลักตันมอเตอร์	Ø 16*40	st37	J015	1
17	สลัก	Ø 24*30	st37	J015	2
16	สลัก	Ø 24*50	st37	J015	2
15	มิด	40*6*110	st42-	J014	16
14	ยึดมิดล่าง	40*15*300	st37	J013	1
13	ยึดมิดบน	40*15*300	st37	J013	1
12	แกนเล็ก	Ø 19*170	st42	J012	2
11	แกนใหญ่	Ø 30*440	st37	J012	1
10	ยึดครอบสายพานซ้าย	160*25*3	st37	J011	1
9	ยึดครอบสายพานขวา	160*25*3	st37	j011	1
8	ยึดครอบสายพานหลัง	160*25*3	st37	J011	1
7	ครอบสายพาน	780*400*1	st37	J010	1
6	กรวย	500*100*2	st37	J009	1
5	จาน	Ø 500*2	st37	J008	1
4	ฝาเปิด	Ø 540*3	st37	J007	1
3	ฝาปิด	Ø 540*3	st37	J006	1
2	ถัง	600*50	st37	J005	1
1	โครง	L40*40*4	st37	J004	1
ชั้นที่	รายการ	ขนาดวัสดุ	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน

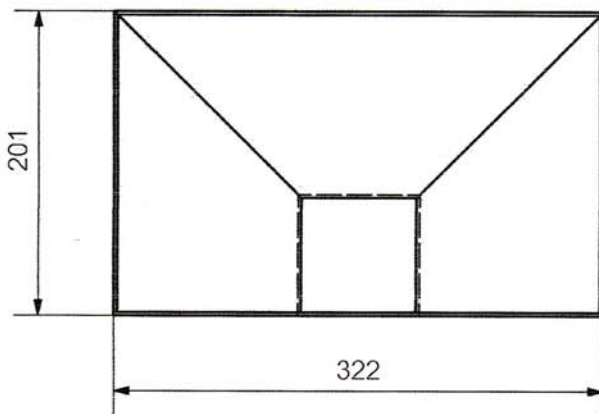
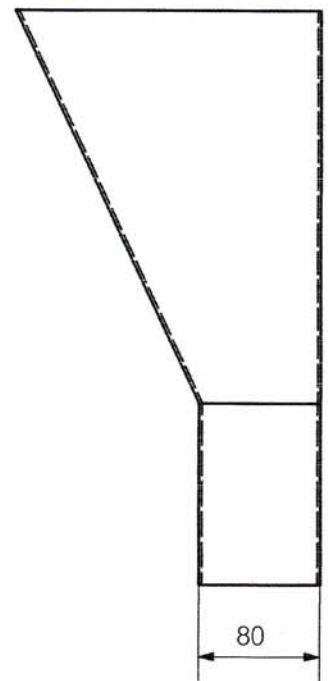
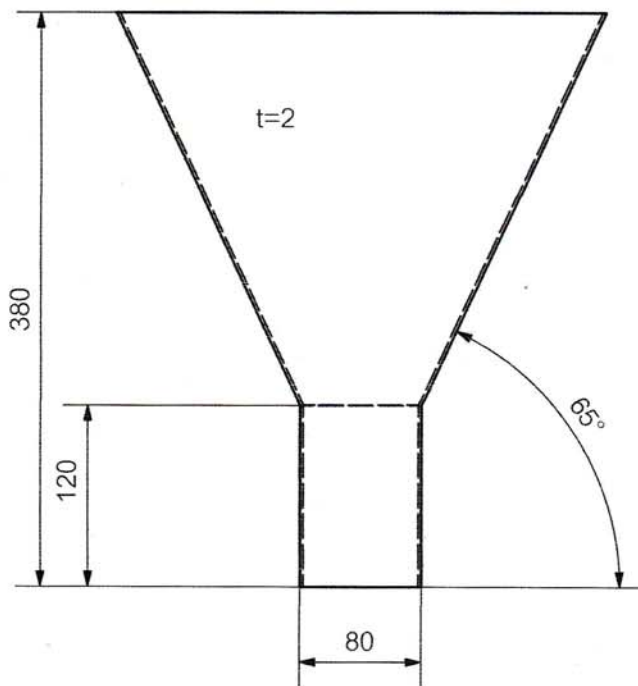


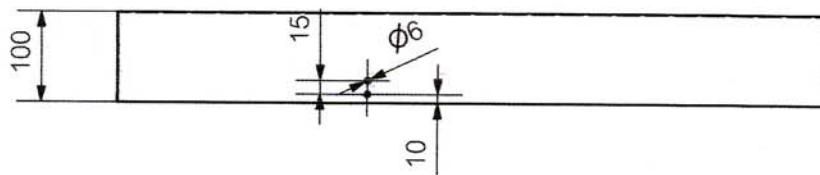
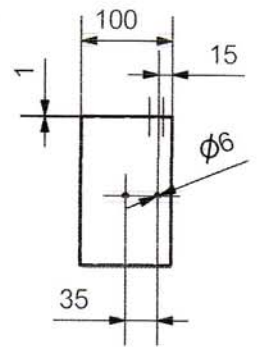
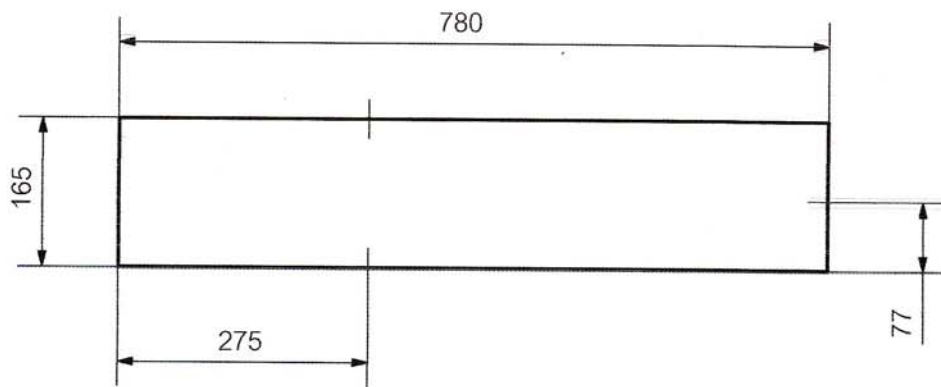




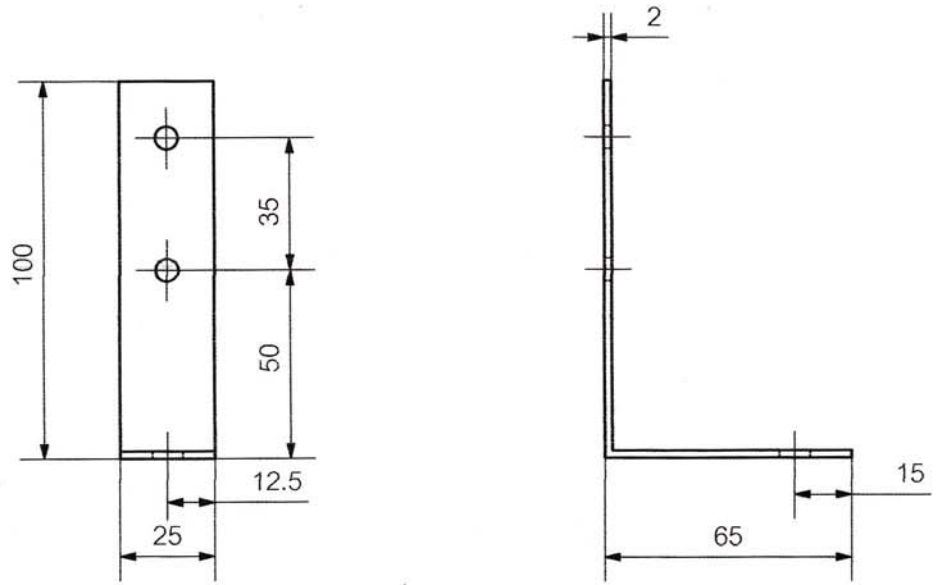




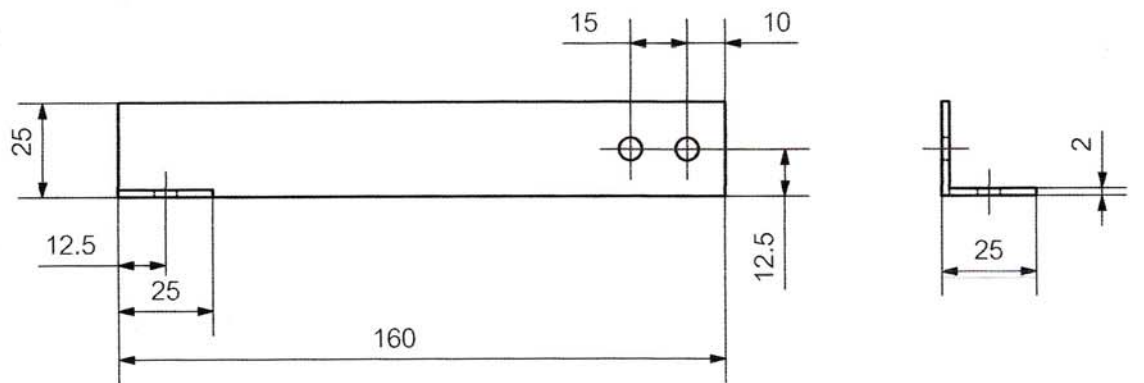




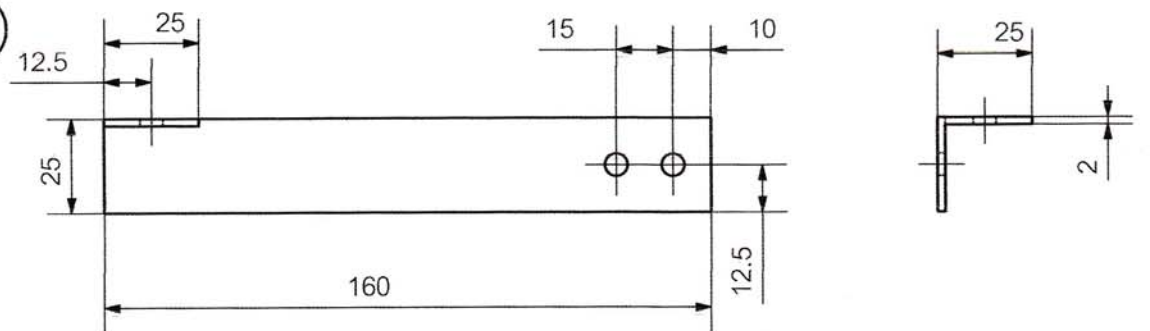
8



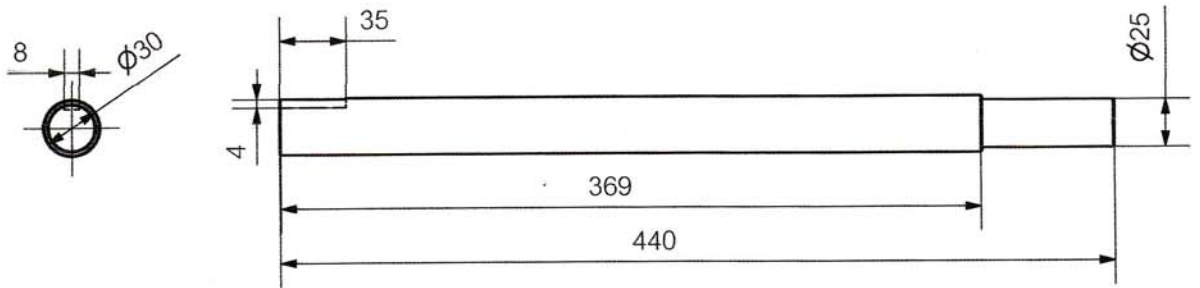
9



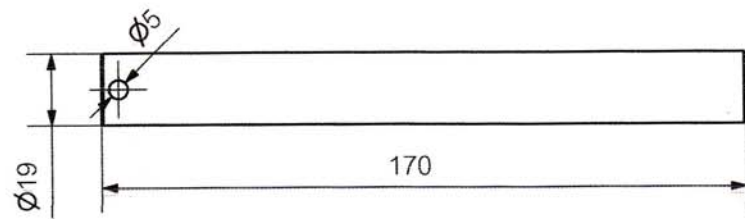
10



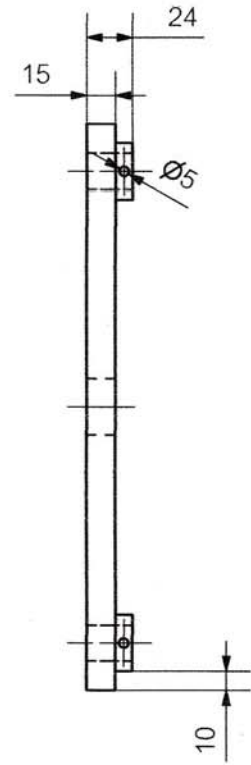
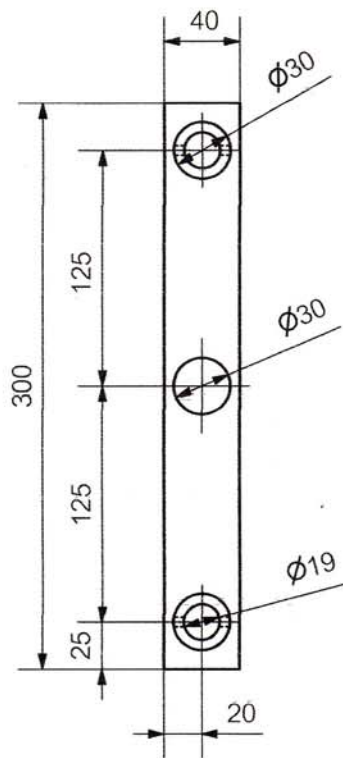
11



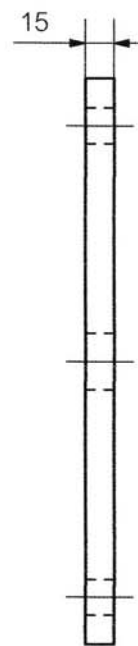
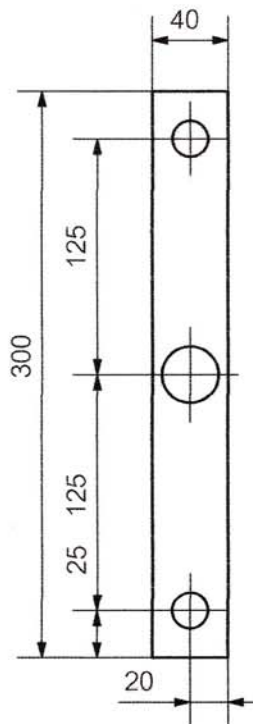
12

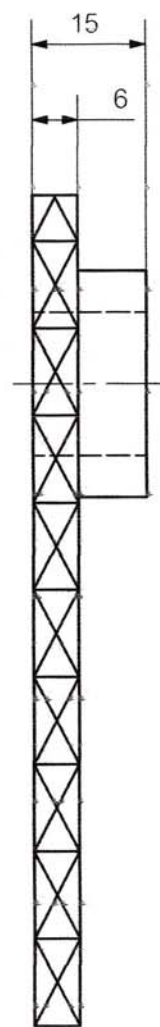
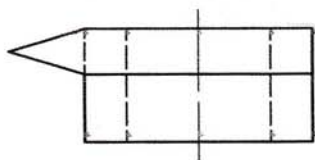
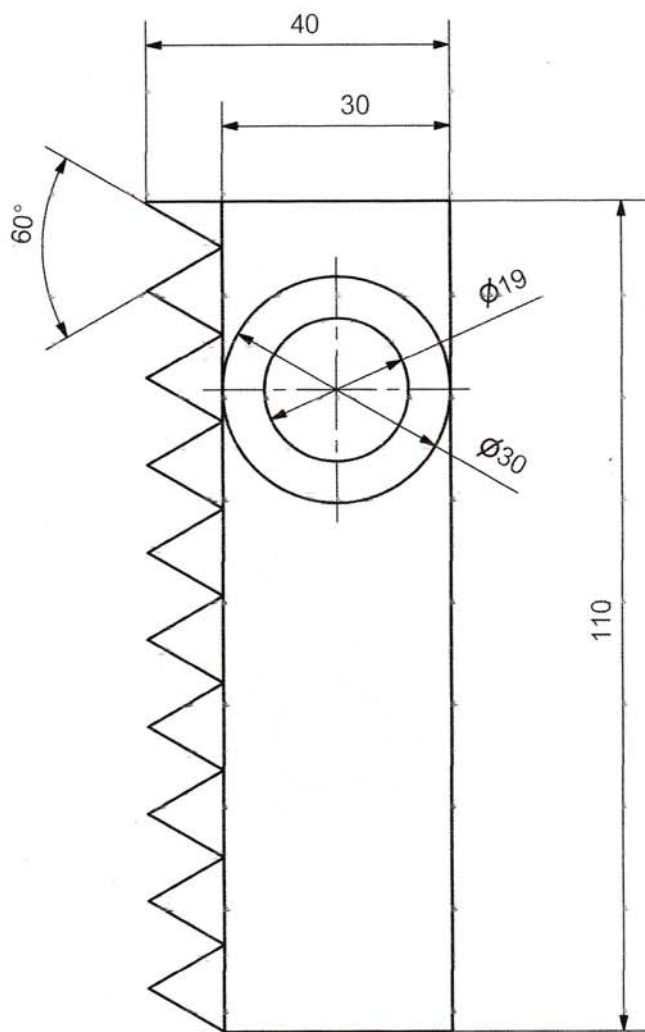


13

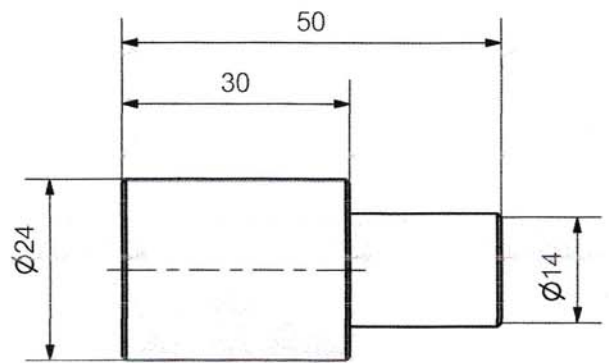
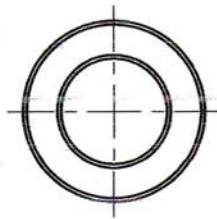


14

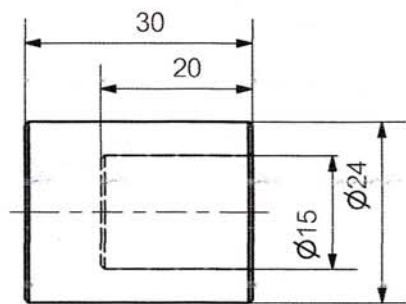
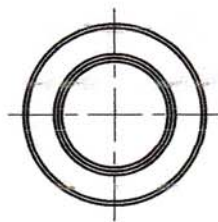




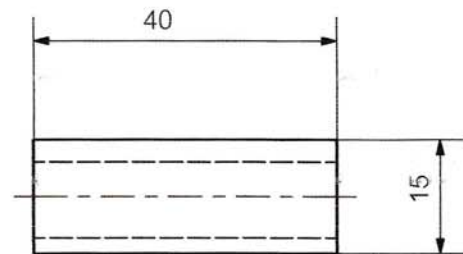
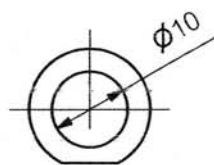
16

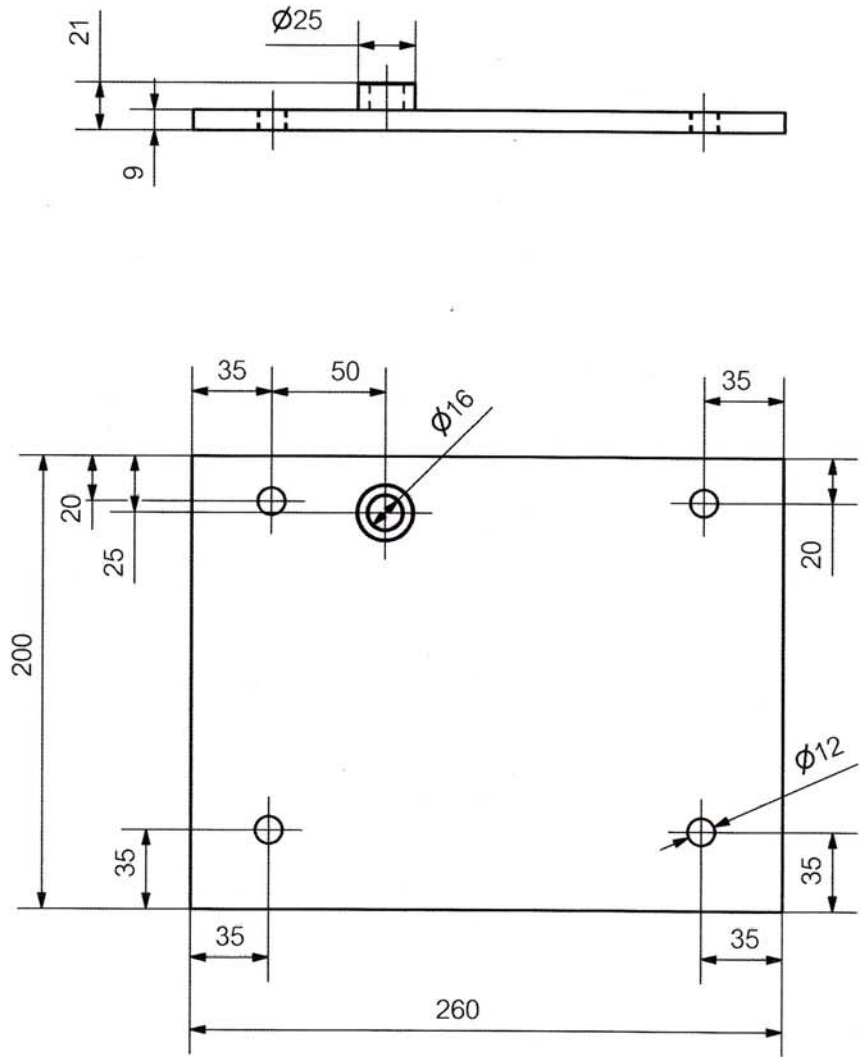


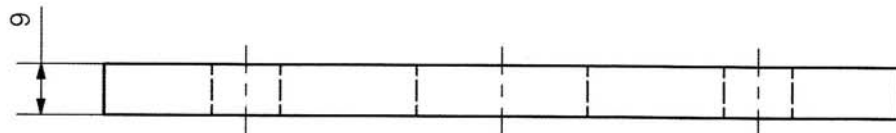
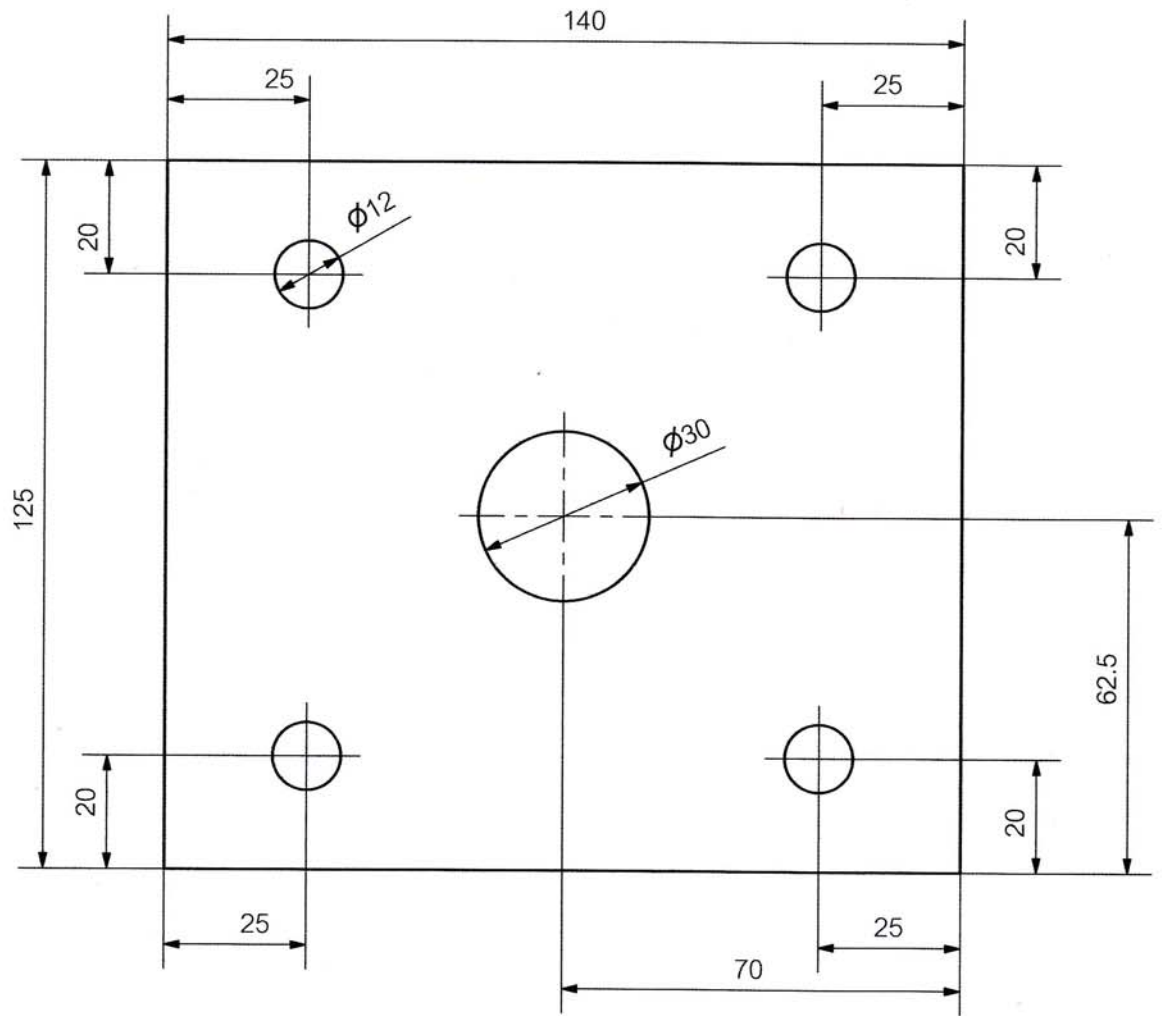
17



18







ภาคผนวก ง
ประวัติผู้จัดทำ

ประวัติหัวหน้าโครงการ

ชื่อ-สกุล (ภาษาไทย) นายวิสุทธิ์ บัวเจริญ

(ภาษาอังกฤษ) Wisut Wuachareon

ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์ 2 ระดับ 7 คณะวิศวกรรมอุตสาหกรรม

หน่วยงาน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตภาคพายัพ

ที่อยู่ 128 ถนนห้วยแก้ว อำเภอเมืองเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ 50300

โทรศัพท์ 053-892780 ต่อ 1390 โทรศัพท์ติดตามตัว 081-5942463

E-mail arjantoo@hotmail.com

เพศ ชาย

วัดเดือนปีเกิด 19 พฤศจิกายน 2503

สถานที่เกิด จังหวัดลพบุรี

ที่อยู่ 128/89 หมู่ที่ 1 ตำบล ช้างเผือก ถนน ห้วยแก้ว อำเภอ เมือง จังหวัด เชียงใหม่

เงินเดือนปัจจุบัน 18,960 บาท

ประวัติการศึกษา

- ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ช่างโลหะ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคพายัพ
- ปริญญาตรี คอ.บ. (อุตสาหกรรม) สถาบันราชมงคล วิทยาเขตเทเวศร์

ภาคผนวก ค

คู่มือการใช้งานเครื่องย่อยเศษไม้

เครื่องใช้มอเตอร์ขนาด 5 แรงม้า

ความจุของถังย่อย 450 ลูกบาศก์นิ้ว

กำลังการผลิต 13.07 กิโลกรัม/ชั่วโมง ด้วยการป้อนอย่างสม่ำเสมอ ให้เศษไม้อยู่ในช่วง 1-4 กิโลกรัม

การใช้งานเครื่องย่อยเศษไม้อย่างปลอดภัย

1. การใช้งานทุกครั้ง ต้องตรวจสอบสภาพเครื่องทุกครั้งว่าอยู่ในสภาพพร้อมใช้งานหรือไม่
2. เศษไม้ที่นำมาใส่เครื่องย่อยเศษไม้ ควรตรวจสอบว่ามีเศษโลหะติดมากับเศษไม้หรือไม่
3. ขณะที่ปฏิบัติงานควรสวมใส่แว่นตาทุกครั้งเพื่อป้องกันอันตรายจากเศษไม้
4. ควรใช้ผ้าปิดจมูกทุกครั้ง เพื่อป้องกันฝุ่นละออง
5. ควรสวมใส่เสื้อผ้าที่รัดกุม เพื่อความปลอดภัยขณะปฏิบัติงาน

การใช้งานเครื่อง

1. เปิดสวิตช์เครื่อง
2. เทเศษไม้เข้าไปทางช่องป้อนเศษไม้มะม่วง
3. โดยรักษาระดับเศษไม้ในถังย่อยให้อยู่ในช่วง 1-4 กิโลกรัม
4. เมื่อใช้งานเสร็จปิดสวิตช์

การบำรุงรักษา

1. อัดจาระบี ลูกปืน ตัวบนและล่างหลังใช้งานไปได้ระยะหนึ่ง



2. ปรับตั้งหย่อน สายพานโดยปรับแต่งสกรุดึงภาพ



3. เมื่อใช้งานไปได้ระยะหนึ่ง ควรถอดใบมีดออกมาปรับแต่งลับคมมีดใหม่
คำแนะนำเกี่ยวกับการเก็บรักษา

1. ควรเก็บไว้ในที่ร่ม เพื่อยืดอายุการใช้งานเครื่องย่อยเศษไม้
2. เมื่อไม่ได้ใช้งานนานๆ ควรปรับสกรูให้สายพานอยู่ในสภาพหย่อน เพื่อยืดอายุการใช้งานของสายพาน
3. เมื่อไม่ได้ใช้งานนานๆ ควรทำความสะอาดภายในเครื่องให้เรียบร้อย
4. ซิลิโคนน้ำมันภายในถังย่อยทุกครั้งหลังจากทำความสะอาด (กรณีจะไม่ได้ใช้งานเป็นระยะเวลานานๆ)